

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE



Réf : ...../UAMOB/FSNVST/DSA/2022

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV      Filière : Science alimentaire

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

CHABOUB Houda *et* RAHAL Fahima

*Thème*

**Elaboration d'une matrice alimentaire à base de la farine  
de chêne liège.**

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

*Nom et Prénom*

*Grade*

Mme TABCHOUCHE N.

MAB

Univ. de Bouira

Président

Mme BOURFIS N.

MCB

Univ. de Bouira

Promotrice

Mme MOUDACHE M.

MCA

Univ. de Bouira

Examinatrice

Année Universitaire : 2021/2022



## Remerciements

Premièrement, on remercie dieu tout puissant de nous avoir aidés pour mener à terme ce travail.

Au terme de ce travail, on tient à adresser l'expression de nos vifs remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidé et collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A Mme BOURFIS.N, pour avoir proposé le sujet et accepté de diriger ce travail. On lui présente notre profonde gratitude pour son aide et ses constructifs conseils.

Nous tiens aussi à remercier madame FARHOUM.F, qui nous a fait aider au cours de notre travail au laboratoire de la faculté.

Nos remerciements vont également à tous les membres du personnel de laboratoire de sour ELghezlane en particulier Mme KHOUBIZI. M chef de laboratoire.





## Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents que je ne pourrais être jamais reconnaissant envers leurs dévouements, leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements. Ce travail soit pour eux, un faible témoignage de ma profonde affection et tendresse.

A mon cher frère et mes adorables sœurs : Billel . Imane . Maouia . Akila . Sirine.

A toute ma famille.

A ma binôme Fahima

A mes ami(e)s : Aimen , lisa , Mary , Adel ,

Et à toute ma promotion

A tous mes enseignants



Et toutes personnes qui m'ont fait du courage et m'ont donné de l'aide dans ce travail.



**HOUDA**



## Dédicaces

Je dédie cet humble travail avec grand Amour, sincérité et fierté

A la mémoire de ma mère (FATIMA)

A celui qui a fait de moi une femme, mon cher père (AMAR)

A la femme de mon père (NADIA) que j'aime trop.

À mes beaux frères HAKIM, DJAMEL, RACHID, et MADJID; pour leur compréhension et pour leur aide ;

A mes belles sœurs RACHIDA, SALIHA, HASSINA, DJAMILA, et la femme de mon frère (DOUNIA) ;

Pour leur disponibilité, leur conseil et pour amour fraternel ;

A mes princes neveux (AIMEN, OUAIL, LOUAI) ;

A mes princesses nièces (MELINA, ALAA, ASMA, OUALAA, et FATIMA ), Que j'aime fort.

A mes grandes mères auxquelles je souhaite une longue vie ;

A ma binôme HOUDA et mes amis (KHAOULA HAOUACHI, HOUDA BT ; ILHEM, OUASSILA, MERIEM ; YAMINA, KAHINA, et HAKIMA) ; pour leur encouragement ;

A toute ma famille en témoignage de ma grande reconnaissance.

En fin, je remercie tous ceux qui m'ont aidé, de loin ou de près à réaliser ce travail



**Fahima**

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

Introduction générale..... 1

**Partie I: Synthèse bibliographique**

**Chapitre I : Généralité sur chêne liège**

I. Présentation générale de chêne liège ..... 2

    I.1. Introduction ..... 2

    I.2. Origine de chêne liège..... 2

    I.3. Taxonomie..... 2

II. Répartition du chêne liège ..... 3

    II.1. Dans le monde..... 3

    II.2. En Algérie ..... 4

III. Description botanique et écologique ..... 5

    III.1.1. Arbre ..... 6

    III.1.2. Le tronc ..... 6

    III.1.3. La cime..... 6

    III.1.4. Les rameaux ..... 6

    III.1.5. Les feuille..... 6

    III.1.6. Les fleurs..... 6

    III.1.7. Le fruit ou gland..... 6

    III.1.8. Ecorce ..... 7

    III.1.9. L'enracinement ..... 7

    III.1.10. Longévité ..... 7

IV. Composition chimique des glands de chêne liège ..... 7

    IV.1. Teneur en sucres : Le gland de chêne liège est un aliment énergétique vu sa richesse en amidon 71.37% MS. (Sadoun et al., 2016). ..... 7

    IV.2. Teneur en matière grasse ..... 7

    IV.3. Teneur en tanin ..... 8

## *Sommaire*

---

V. Ecologie de chêne liège .....	8
V.1. Exigence climatique.....	8
V.2. Exigence en eau .....	9
V.3. Exigence Edaphique .....	9
V.4. Exigences altitudinales .....	9
VI. Importance économique du chêne liège.....	10
VI.1. Dans le monde .....	10
VI.2. En Algérie.....	11
VII. Les ennemis du chêne liège .....	12
VII.1. Les incendies.....	12
VII.2. Les insectes .....	12
VII.3. Les champignons.....	12
VII.4. Le surpâturage.....	12
VII.5. Les changements climatiques.....	13
VIII. Importance des subéraies.....	13

### **Chapitre II : généralité sur les pâtes alimentaires**

I. Définition .....	14
II. Classification des pâtes alimentaires .....	14
II.1. Pâtes pressées ou tréfilées .....	14
II.2. Pâtes laminées .....	14
III. Types et formes de pâtes alimentaires.....	14
IV. Composition biochimique des pâtes alimentaire .....	15
V. Matière première employées dans la fabrication des pâtes alimentaire .....	15
V.1. La semoule.....	15
V.2. L'eau .....	16
VI. Technologie pastière .....	16
VI.1. Hydratation.....	16
VI.2. Malaxage .....	16
VI.3. Forme.....	17
VI.4. Laminage .....	17
VI.5. Séchage.....	17
VI.6. Emballage.....	17
VII. Qualité des pâtes alimentaires .....	18

## *Sommaire*

---

VII.1. Qualité organoleptique .....	18
VII.1.1. Aspect des pâtes alimentaires .....	18
VII.1.2. Qualité culinaire des pâtes alimentaires .....	18
VII.1.3. Qualité hygiénique .....	19
VII.1.4. Qualité nutritionnelle.....	19
VIII. Importance des pâtes .....	19

### **Partie II: Expérimentale**

#### **Chapitre I : Matériel et méthodes**

I. Interprétation de l'entreprise.....	21
I.1. Présentation de laboratoire .....	21
I.1. Les différentes structures du laboratoire .....	21
II. Objectif de l'étude .....	22
III. présentation du matériel végétal.....	22
IV. Méthodes d'analyses .....	22
IV.1. Caractérisation morphologique .....	22
IV.2. Obtention de la poudre .....	22
IV.2.1. Broyage et tamisage.....	22
IV.2.2. Stockage.....	22
IV.3. Caractérisation physico-chimique de chêne liège .....	22
IV.3.1. Humidité .....	22
IV.3.2. Détermination de potentiel hydrogène (pH) ;.....	23
IV.3.3. Taux de cendre.....	23
IV.3.4. Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974).....	23
IV.3.5. Extraction et dosage des protéines solubles.....	24
IV.3.6. Extraction et dosage des lipides.....	25
IV.3.7. Extraction des sucres totaux .....	26
IV.4. Etude de l'activité anti-oxydante d'Amand de chêne liege.....	26
IV.4.1. Dosage des polyphénols totaux .....	27
IV.4.2. Dosage des flavonoïdes .....	27
V. Fabrication de la pâte alimentaire (Rechta).....	28
V.1. Matières premières et ingrédients:.....	28
V.1.1. Hydratation/ Malaxage.....	31
V.1.2. Pétrissage de la pâte .....	31
V.1.3. Mise en forme .....	31

## *Sommaire*

---

VI. Analyses technologiques.....	31
VI.1. Qualité culinaire .....	31
VI.2. Temps de cuisson .....	31
VI.3. Pertes à la cuisson.....	32
VI.4. Gonflement (capacité d'absorption d'eau).....	32
VI.5. Appréciation sensorielle des pâtes .....	32
VI.6. Déroulement de l'essai .....	32
VI.7. Fiche d'évaluation sensorielle .....	33

### **Chapitre II : Résultats et discussions**

I. Détermination de la caractéristique physique des glands de chêne liège .....	34
I.1. Poids et forme.....	34
II. Résultats d'analyses physicochimiques de chêne liège .....	40
II.1. Teneur en eau H% .....	41
II.2. pH&acidité titrable.....	41
II.3. Taux de cendre .....	41
II.4. Matière grasse .....	41
II.5. Dosage des protéines.....	41
II.6. Dosage des sucres totaux .....	42
III. Activité antioxydant .....	42
III.1. Dosage du poly phénol .....	42
III.2. Dosage des flavonoïdes .....	42
IV. Qualités culinaires.....	42
IV.1. Temps de cuisson optimal .....	42
IV.2. Pertes à la cuisson.....	43
IV.3. Indice de gonflement .....	43
V. Interprétation des résultats des analyses sensorielles .....	44
V.1. Critère gout .....	44
V.2. Critère texture .....	44
V.3. Critère couleur .....	45
V.4. Critère odeur .....	45
Conclusion générale .....	47

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**



## *Liste des abréviations*

---

### **Liste des abréviations**

**A%** : acidité titrable

**AFNOR**: Association Française de Normalisation

**BSA** : banque des sérums antivenimeux

**CAL** : compagnie algérienne du liège

**DGF** : direction général des forets

**EAG** : équivalent d'acide gallique

**FAO** : Food and Agriculture Organization

**INRF** : institut national de la recherche en foresterie

**MG** : matière grasse

**MS** : matière sèche

**PS** : poids des pates sèches

**Liste des figures**

Figure 1: Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique ((Institut méditerranéen du liège, 2015). .....	3
Figure 2: Surfaces des forêts de chêne-liège et proportion de la surface nationale par rapport à l'ensemble de l'aire de répartition. ....	4
Figure 3: aire de répartition du chêne liège en Algérie (D.G.F ,2012). ....	5
Figure 4: Production mondiale de liège en tonnes (APCOR, 2008). ....	10
Figure 5: Estimation de la production mondiale de pates alimentaire. ....	20
Figure 6: Etapes de fabrication de« Rechta ». ....	29
Figure 7: Diagramme de fabrication du produit élaboré « Rechta ». ....	30
Figure 8: Distribution des fréquences du poids de gland complet. ....	35
Figure 9: Distribution des fréquences du poids de gland sans péricarpe. ....	35
Figure 10: Distribution des fréquences du poids de péricarpe. ....	35
Figure 11: proportions des glands complet , sans péricarpe et péricarpe .....	36
Figure 12: Distribution des fréquences de la longueur de gland complet. ....	36
Figure 13: Distribution des fréquences de la longueur de gland sans péricarpe. ....	36
Figure 14: Distribution des fréquences de la largeur de gland complet. ....	37
Figure 15: Distribution des fréquences de la largeur de gland sans péricarpe. ....	37
Figure 16: Distribution des fréquences du poids de gland complet. ....	38
Figure 17: Distribution des fréquences du poids de gland sans péricarpe. ....	38
Figure 18: Distribution des fréquences du poids de péricarpe. ....	38
Figure 19: proportions des glands complet , sans péricarpe et péricarpe. ....	39
Figure 20: Distribution des fréquences du longueur de gland complet. ....	39
Figure 21: Distribution des fréquences du longueurde gland sans péricarpe. ....	39
Figure 22: Distribution des fréquences du largeur de gland complet. ....	40
Figure 23: Distribution des fréquences de la largeur de gland sans péricarpe. ....	40
Figure 24: Classement de pates selon le gout. ....	44
Figure 25: Classement de pate selon la texture. ....	44
Figure 26: Classement de pate selon la couleur. ....	45
Figure 27: Classement de pate selon l'odeur. ....	45

**Liste des tableaux**

Tableau 1: Répartition et superficies des peuplements de chêne-liège en Algérie (YESSAD, 2000).....	5
Tableau 2: Composition biochimique des pâtes alimentaires (MOHTADJI, 1989).....	15
Tableau 3: Préparation de la gamme étalon pour doser les protéines. ....	25
Tableau 4: Poids et forme de gland complet de gland sans péricarpe.(plaine). ....	34
Tableau 5: Poids et forme de gland complet et de gland sans péricarpe .(montagne) .....	37
Tableau 6: Les analyses physique-chimique des glands de chêne liège. ....	40
Tableau 7: Activité antioxydant des glands de chêne liège de la plaine et la montagne. ....	42
Tableau 8: Test de cuisson. ....	43
Tableau 9: gonflement des pates. ....	43

# ***Introduction générale***

### **Introduction générale**

Les pâtes alimentaires sont largement consommées dans le monde, elles sont des produits de consommation courant, traditionnellement fabriquées à partir de la semoule de blé dur qui semble être la matière première la plus appropriée pour ce type de produit. **(Betrouche, 2015)**.

Les pâtes alimentaires ont la composition moyenne suivante : eau 9 %, protéines 13 %, lipides 1,5 %, glucides 76 %, **(Alias et al., 2003)** donc elles sont déficitaires en fibre alimentaire, en minéraux, en vitamines et en composés phénoliques ce qui laisse penser à les associer à d'autre source de micronutriments, comme l'épinard qui est une plante herbacée annuelle très reconnaissable à ses longues feuilles vertes très riche en cellulose, en iode et en vitamines (A, B, C, D, E et K), en minéraux et en oligoéléments (potassium, calcium, magnésium et fer).

Une association de semoule de blé et la farine de chêne liège permettra la fabrication de produit à base de blé dur avec une meilleure valeur nutritive, surtout que le blé dur et ces dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien.

Ce travail était fait sur la formule de la pâte alimentaire traditionnelle «Rechta » mêlant semoule de blé dur et farine de chêne liège afin d'améliorer sa qualité nutritionnelle et élaborer un nouveau produit comme aliment fonctionnel au profil de la santé des consommateurs.

Ce travail vise à déterminer le taux d'incorporation de la farine de chêne liège, tout en utilisant une recette traditionnelle comme patrimoine national et savoir-faire ancestral à valoriser et à protéger.

Pour ce faire, nous avons envisagé d'organiser ce travail comme suit :

- ✓ La première partie, nous proposons des généralités sur le chêne liège.
- ✓ La deuxième partie : une étude bibliographique visant à porter une étude générale sur les pâtes alimentaires.
- ✓ La troisième partie décrit le matériel et méthodes utilisées dans nos travaux
- ✓ La quatrième partie comprend les résultats obtenus et leur discussion suivit d'une conclusion générale

***Partie I : Synthèse  
bibliographique***

***Chapitre I : Généralité  
sue chêne liège***

## **I. Présentation générale de chêne liège**

### **I.1. Introduction**

Le chêne liège (*Quercus suber* L.) est considéré comme une espèce forestière d'importance économique et écologique, c'est une essence très répandue dans les régions tempérées et méditerranéennes notamment l'Algérie. Il forme des véritables subéraies qui jouent un rôle indéniable sur le plan écologique et social du pays. Qui le distingue des autres ligneux, à reproduire une nouvelle écorce subéreuse appelée communément : liège et ayant des qualités spécifiques de légèreté, de souplesse, et d'élasticité qui la protège du feu (Belaidi, 2010).

### **I.2. Origine de chêne liège**

Les premières traces de chêne (*QUERCUS*) identifier par des fossiles en Amérique de nord, remontent à l'oligocène il y a 35 millions d'année environ (KREMER ET AL., 2002)

Les nouvelles espèces sont apparus durant les tertiaire suite au changement climatique de grande amplitude (petit et al., 1993)

Le chêne liège, est une essence endémique du bassin méditerranéen, cette espèce, dont l'origine remonte au Tertiaire (Natividade, 1956), est un descendant de la flore de la pliocène supérieure (Boudy, 1950). Des études palynologiques ont montré l'apparition de ce végétal au Sud de l'Espagne et au niveau de la frontière franco-espagnole entre 10 000 et 6 500 ans av. J.C (Dessain, 1992).

### **I.3. Taxonomie**

Le chêne-liège (*Quercus suber* L.) est une espèce végétale qui appartient à la famille des Fagacées est un arbre circonscrit en Méditerranée occidentale depuis l'ère tertiaire. Il est décrit pour la première fois par Linné en 1753 (Natividade, 1956). Position systématique du genre *Quercus* chêne- liège appartient à :

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Fagales Familles : Fagacées



Genre : Quercus, un genre qui compte un grand nombre d'espèces, soit environ 550 (Natividade, 1956). Actuellement, on en compte que 450 dont 6 existent en Afrique du Nord (Belahbib et al., 2005, Machouri, 2009).

En Algérie, le chêne liège est reconnu selon les noms suivants : El Féline : cette dénomination est probablement due au fait de la dénomination grecque Phelloderus (Phellos : liège).

Aqchouch: dans les régions de grande Kabylie.

Fernane: dans les régions de petite Kabylie (Bouhraoua et al. 2003).

Belloute : dans notre région d'étude

## II. Répartition du chêne liège

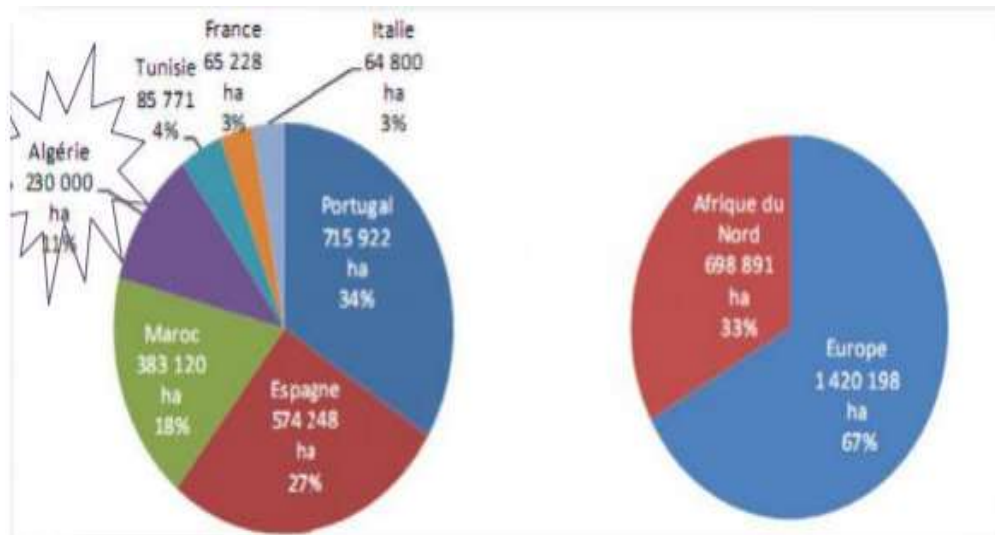
### II.1. Dans le monde

Le chêne liège occupe une zone naturelle relativement petite ; elle est limitée à la Méditerranée occidentale et déborde sur la coté du sud de atlantique, (Cantat et al, 2005). Il se trouve principalement autour du bassin méditerranéen, Il végète exclusivement sur le territoire des sept pays : l'Algérie, le Maroc et la Tunisie le Portugal, l'Espagne, la France, l'Italie.



**Figure 1:** Distribution du chêne-liège dans son aire géographique méditerranéenne et atlantique ((Institut méditerranéen du liège, 2015).

La F.A.O(2013) a souligné que le chêne-liège ne se trouvent que dans les zones les plus chaudes de la région biogéographique humide et subhumide de l'Ouest de la méditerranée, il couvre presque 1.420 198 hectares en Europe et pratiquement 698.891 hectares en Afrique du Nord (figure 02), d'où l'Algérie occupe la quatrième place après le Portugal, l'Espagne et le Maroc.



**Figure 2:** Surfaces des forêts de chêne-liège et proportion de la surface nationale par rapport à l'ensemble de l'aire de répartition.

## II.2. En Algérie

En ce qui concerne l'Algérie, les forêts de chêne liège sont inégalement réparties au nord du territoire, elles sont plus présentes au centre et à l'est principalement dans des bioclimats sub humide à humide. En termes de superficies de forêts de chêne liège, l'Algérie est classé au 3ème rang mondial, (INRF ,2010).

Selon **Bouhraoua, (2013)** en Algérie les subéraies couvrent initialement une superficie variant entre 440 000 et 480 000 ha selon les auteurs et s'étendent sur le territoire de 23 départements, du littoral méditerranéen au nord aux chaînes telliennes au sud. Les plus vastes massifs sont localisés à l'est du pays, région qui détient à elle seule plus de 4/5 de la subéraie algérienne.

Selon le même auteur le dernier inventaire de 2008, donne un patrimoine subéricole d'une superficie de 357 000 ha. Les forêts de chêne liège sont réparties sur 22 wilayas (Figure n°03). Les peuplements les plus importants se localisent dans la wilaya d'EL-Taref, Skikda, Jijel, Annaba, Bejaia et Tizi-Ouzou, dont seulement 229 000 Ha sont considérés comme productives (C.F.W.T ,2015)

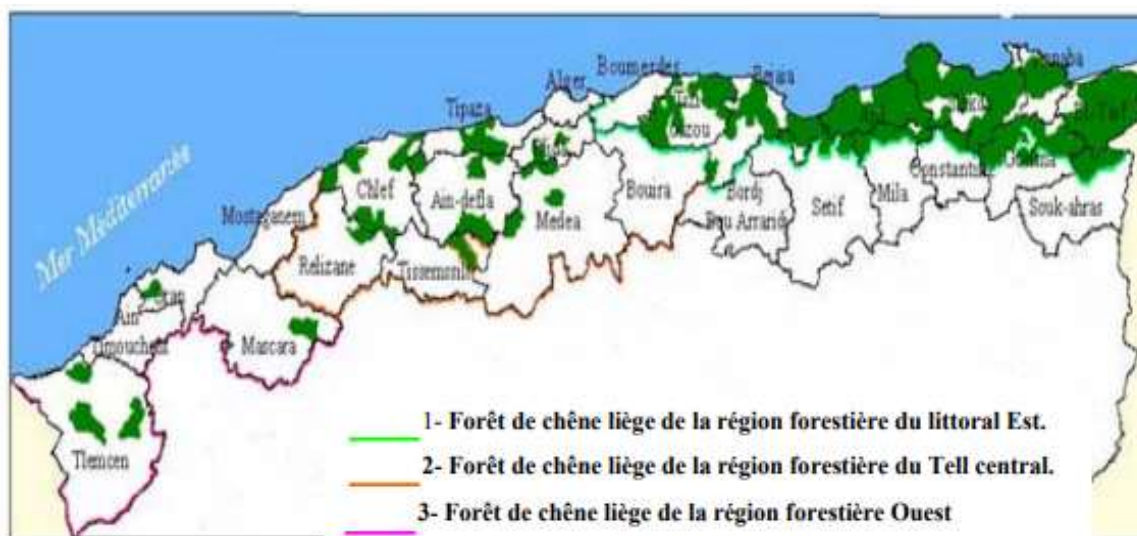


Figure 3: aire de répartition du chêne liège en Algérie (D.G.F ,2012).

Tableau 1: Répartition et superficies des peuplements de chêne-liège en Algérie (YESSAD, 2000).

Subérais orientales	Subérais occidentales
Skikda 40 000 ha	Tlemcen 2 000 ha
Jijel – El-Milia 40 000 ha	Chleff 3 000 ha
Guelma 20 000 ha	Médéa 2 00 ha
Annaba - El-Tarf 30 000 ha	Blida 1 000 ha
Tizi-Ouzou 10 000 ha	
Bouira 1 500 ha	
Total 141 500 ha	Total 6 200 ha

### III. Description botanique et écologique

#### III.1. Description botanique

Le chêne liège est un arbre robuste, calcifuge stricte des régions à climat tempéré chaud et humide, méditerranéen ou atlantique. Il peut vivre jusqu'à une moyenne d'âge de 200-500 ans. L'accroissement en diamètre s'estompe à l'âge de 200 ans et ne dépassement très rarement les 25m de hauteur, le plus grand ayant atteint 43 m (Martinez Monteagudo, 2009).

**III.1.1. Arbre**

Le chêne-liège à une taille variable de 10 à 20. A l'état isolé par contre, il peut atteindre jusqu'à 20 à 25 m de hauteur (**Gil et Varela, 2003**).

**III.1.2. Le tronc**

Est assez court et se ramifie à une faible hauteur (4 m environ), et recouvert d'une écorce subérifiée et fortement crevassée longitudinalement, la circonférence du tronc (d'un arbre démasclé) atteint en générale 70 cm entre 30 et 40 ans selon les conditions de végétation. Dans les vieux peuplements d'Algérie, certains arbres peuvent atteindre jusqu'à 3,5 m voire 5 m de circonférence (**Renou, 1942**).

**III.1.3. La cime**

Est irrégulière, tortueuse, arrondie et large quand l'arbre pousse isolément en peuplements clairs, est fusiforme lorsqu'il est en peuplements serrés, les branches principales étalées cassent facilement sous la neige (**Renou, 1942**).

**III.1.4. Les rameaux**

sont sinueux pubescents les premières années, puis bruns clairs et enfin entièrement subéreux (**Piazzetta, 2005**).

**III.1.5. Les feuille**

Selon **Piazzetta, (2005)** le chêne liège est un arbre à feuilles persistantes (2 à 3 ans) bombées, de forme ovale, au limbe quelque peu denté .Par contre selon (**Natividade, 1956**) sont alternes, simples, coriaces dentées ou pas, très polymorphes vertes et lisses en dessus, gris blanchâtres au-dessous et duveteuses, elles sont pseudo sempervirentes, c'est-à-dire restant sur l'arbre entre un et deux ans. Cette durée dépend des races locales et de l'état de végétation des peuplements, les bourgeons sont protégés par des écailles.

**III.1.6. Les fleurs**

Mâles en chatons filiformes (40 à 80 mm de long) pendants en grappes à l'aisselle des feuilles et des ramoules de l'année ou à l'extrémité des pousses de l'année précédente ; les fleurs femelles, en chatons court (5à 40 mm de long), poussent à l'aisselle des feuilles de l'année. Chaque chaton porte 2 à 5 fleurs en forme de petites cupules écailleuses dont la corolle et le calice, sont peu développés (**Gil et Varela2008**).

**III.1.7. Le fruit ou gland**

Est de taille très variable, de 2 à 4,5 cm de long sur 1,5 à 1,8 cm de diamètre. (**Camus, 1938**), de forme généralement trapu et arrondi, lisse, brillant de couleur brune. La partie

inférieure, tronquée, portant une cicatrice rugueuse et saillante, est enfermée dans une cupule sur 1 à 2,5 cm. La cupule est de taille et de forme très variable; munie d'écailles grise croissant en longueur de la base au sommet, elle est portée par un pédoncule assez court, de forme allongée et conique à sa partie inférieure. L'extrémité distale du gland se termine par une pointe courte, velue, où peuvent s'observer les restes desséchés des stigmates. On distingue couramment 3 sortes de glands, en fonction de leur période de maturation les glands hâtifs primeurs en septembre, les seconds en octobre et les tardifs en janvier (**Natividade, 1956**). Menu d'une cupule à écailles allongées, saillantes à l'apex (**Quezel et Santa, 1962**)

#### **III.1.8. Ecorce**

Cette nouvelle écorce est beaucoup plus régulière que la précédente, présentant des crevasses moins profondes et des caractéristiques dans l'ensemble plus homogènes

#### **III.1.9. L'enracinement**

L'enracinement du chêne-liège est naturellement pivotant, le système racinaire comprend de puissantes racines qui en s'enfonçant profondément fixent l'arbre sur des sols légers et même rocheux. Un ensemble de racines latérales peuvent ainsi se former pour occuper les couches superficielles des sols forestiers (**Metro, 1958**).

#### **III.1.10. Longévité**

La longévité du Chêne-liège varie beaucoup selon les conditions du milieu physiques, elle peut être fixée à 150 ans en moyenne. L'âge limite naturel d'un Chêne-liège est compris entre 300 et 500 ans. Cependant, pour un arbre régulièrement écorcé, cette limite n'est plus que de 150 à 200 ans (**Quezel et Santa, 1962**)

### **IV. Composition chimique des glands de chêne liège**

Le gland de chenet liège constitue une source nutritionnelle très importante pour les ruminants et la volaille. Les glands de chêne sont éventuellement très riches en lipides. Ils sont pauvre en vitamine B1, B2. (**Ait Saada et al., 2017**)

#### **IV.1. Teneur en sucres : Le gland de chêne liège est un aliment énergétique vu sa richesse en amidon 71.37% MS. (Sadoun et al., 2016).**

#### **IV.2. Teneur en matière grasse**

La teneur en MG (matière grasse) du gland de chêne liège rapportée par la littérature est très variable. Il semble que les variétés de gland algérien sont plus riche en lipide (**Foudhil, 1990; Belarbi,1990**). Cette particularité est susceptible d'influencer favorablement

leurs efficacité énergétique mais peut s'avère néfaste à leur conservation (**Bouderoua 1995**). La teneur de gland de chêne liège en lipide varie de 7 à 14.4% (**Sadoun et al., 2016**).

#### **IV.3. Teneur en tanin**

La teneur en tanin dans le fruit de chêne est de 0.70 à 8.90% (MS) (**Ait Saada, 1997 ; Boudroua 1995 ; Kekor et Kaukios, 1985**).

Les tanins existent en quantité importante à côté des glucides, notamment dans les fruits vert au cours de la maturation, ils dispersent en même temps que les sucres s'accumulent (**Leraillez, 1952**). Les teneurs en tanins permettent d'affirmer que les espèces algériennes de gland de chêne liège sont utilisables en alimentation animale sans risque potentiel d'intoxication (**Ait saada,1997**).

### **V. Ecologie de chêne liège**

#### **V.1. Exigence climatique**

Le climat intervient d'une façon décisive sur la croissance des végétaux Les exigences écologiques du chêne liège sont essentiellement : lumière, chaleur et humidité. Il préfère les sols siliceux.

Il est capable de pousser dans des sols pauvres et extrêmement acides mais craint les substrats calcaires, c'est une espèce calcifuge stricte (**Berbéris, 2003 ; Younsi, 2006**).

Le chêne-liège est héliophile, c'est à dire de pleine lumière et exigeant une forte insolation.

La cohabitation avec d'autres essences à la cime peu compacte telle que le pin maritime (*Pinus pinaster*) ou le pin parasol (*Pinus pinea*) est possible, mais c'est en peuplement pur voire en lisière des parcelles qu'il se développera le mieux pour avoir de bonnes conditions de végétation L'arbre a besoin d'une exposition Nord. En altitude, il s'accommode avec des expositions chaudes (**Frochot&Levey 986 Bouchafra&Fralval1991 ; Caritat et al.,1996**) selon (**Maire, 1926 ; De Beaucorps, 1956 ; Allili, 1983**).

L'humidité est également un facteur limitant Etant bien xérophile le chêne liège nécessite une humidité atmosphérique d'au moins 6 % même en saison sèche et d'une pluviométrie allant de 400 à 1200 mm par an voire 1700 mm , les manifestations d'attaque parasitaire et autres. Son action directe sur le chêne liège, en particulier, s'observe à plusieurs niveaux, telle la longévité des arbres, leur faculté d'émettre des rejets de souche, leur régénération naturelle par semis, leur survie aux opérations culturales comme le démasclage et par conséquent sur l'état sanitaire de l'arbre (**Bouhraoua, 2003**).



Le comportement germinatif des glands varie fortement en fonction des conditions thermiques. C'est aux températures moyennes axillant entre 13°C et 18°C que l'aptitude à la germination des fruits est meilleure avec des taux respectifs de 94% et 96% (**Merouani, 1996**). Selon (**Zeraia (1981)**), le froid accélère la chute des fruits, son excès détruit les glands par les gelées à (-4°C) au sol ou même sur l'arbre.

### **V.2. Exigence en eau**

L'arbre est remarquablement plastique vis-à-vis des précipitations. Sa moyenne annuelle varie de 441 à 1700 mm, il est exigeant en humidité atmosphérique, surtout en saison sèche, condition qu'il rencontre seulement au voisinage de la mer en zone méditerranéenne mais jusqu'à 200 à 300 kilomètres des côtes atlantiques (**El Antryet al, 2008**).

### **V.3. Exigence Edaphique**

Le chêne liège est une espèce calcifuge stricte se plaisant sur tous les substrats siliceux et acides (schistes et grès) et craignant l'hydromorphie. Il s'accommode des sols peu fertiles, superficiels ou lourds, mais recherche plutôt des textures légères (sables), bien aérées et riches en matière organique (**Veillon, 1998**). La mauvaise qualité pédologique du substratum des peuplements et la présence de calcaire dans le sol constituent des facteurs limitant pour l'installation des jeunes semis du chêne-liège. Cependant, les propriétés physico-chimiques de la litière et de l'humus présentent un rôle très important dans la levée des semis du chêne-liège en évitant d'une part le développement et d'autre part le dessèchement précoce des glands (**Boudy, 1952**). Il réclame les terrains meubles, profond, pas trop chargés en cailloux, au pH acide ou proche de la neutralité (**Seigue, 1987**).

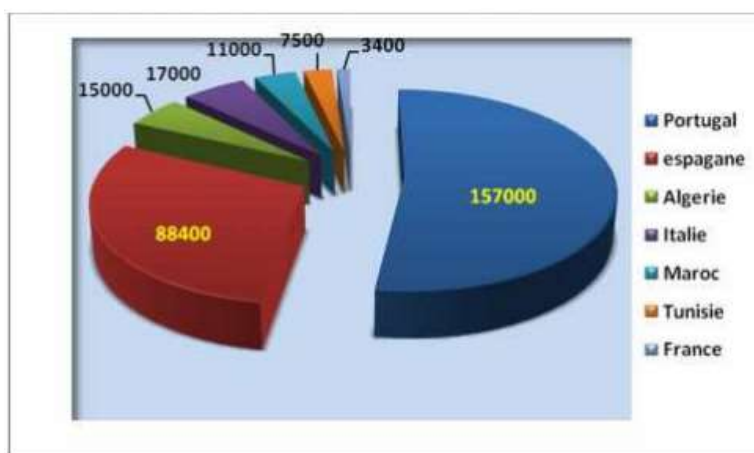
### **V.4. Exigences altitudinales**

L'optimum écologique de cette espèce se trouve donc satisfait dans les étages bioclimatiques méditerranéens subhumide, humide et même per humide à hivers tempéré ou chaud, à partir du niveau de la mer et jusqu'à 2000m d'altitude, mais avec un optimum de croissance allant à 600m avec une exposition Nord, Nord-Est, Nord-Ouest ou une exposition Est (**Richard, 1987**), mais au-delà de 600 m, il s'accommode plutôt avec des expositions chaudes donc Sud (**Bouchafra et Fraval, 1991**). Par contre, il est à sa limite écologique inférieure dans l'étage semi-aride.

## VI. Importance économique du chêne liège

### VI.1. Dans le monde

Les forêts de chêne liège bien gérées procurent des services écologiques de grande valeur tels que la conservation du sol, la réduction des effets de changement climatique, la recharge des réserves en eau et le contrôle du ruissellement. Autre aspect particulièrement important pour les suberaies : c'est l'exploitation du liège. Cette opération a un effet minimum sur le stock et sur le bilan en carbone. Ainsi, si l'on admet que 10 hectares de suberaies produisent 1 tonne de bouchons, cette surface retiendra près de 32,2 t/ha de CO<sub>2</sub> par an. Cette valeur correspond à une émission annuelle de CO<sub>2</sub> vers l'atmosphère d'environ 7 voitures émettant en moyenne 182 g CO<sub>2</sub> par km et parcourant annuellement 25 000 km (Elena 2005). En dehors de son caractère écologique et environnemental. Le chêne liège est surtout prisé par l'industrie du liège. Le liège est le sixième PFNL exporté au monde, avec un chiffre d'exportation d'environ 329 millions de dollars/an. Les produits dérivés de liège génèrent environ 1,5 milliards d'euros en revenu annuel, dont 70% viennent de la transformation du liège en bouchons et autres (Natural Cork Council 1999). En moyenne, 300 000 tonnes de liège sont produites par an (ICMC 1999)



**Figure 4:** Production mondiale de liège en tonnes (APCOR, 2008).

Le Portugal est le seul pays qui produit plus de liège à l'hectare (soit 250 kg/ha/an), ses suberaies détiennent plus de 50% de la production mondiale avec 160 000 T/an (Santos Pereira et al., 2008). Le reste des pays du Sud d'Europe (Espagne, France, Italie) détiennent une production de liège équilibré en relation avec la superficie de leur suberaies (220-225 kg de liège/ha/an), soit 49% de la production mondiale (Lozano, 1997). Les suberaies des pays du Maghreb produisent moins de liège par hectare (50-100kg/ha/an).

Les trois pays ne constituent que 9% de la production mondiale (Aronson et al., 2009). Avec l'avènement de plusieurs alternatives sur le marché du revêtement et d'isolation, (depuis



les années 1990) comme le polystyrène, le plastic et le Bea 13... le produit phare du chêne liège trouve des difficultés à s'imposer malgré sa noblesse. D'après le système d'informations sur le prix des produits forestiers, le prix du liège en piles est en baisse depuis 2003 ; il est fixé aujourd'hui à 27,7 € / par 15 kg

## **VI.2. En Algérie**

Depuis l'indépendance à nos jours, la production nationale en liège est défailante. Les récoltes les plus importantes ont été enregistrées en 1965 (soit la 1ere récolte après l'indépendance), avec un volume total de 35 000 tonnes pour atteindre actuellement moins de 10 000 tonnes/ an ( **Dehane, 2006** ). Historiquement, la production de liège a atteint des niveaux aussi bas qu'au temps des premières concessions coloniales. A titre indicatif, en 1994, la production nationale n'a pas dépassé le seuil de 40 000Qx, puis elle a atteint subitement les 160 000 Qx en 1998. Le taux de croissance moyen annuel de la production frôlait 1,8%, tandis que la production a baissé de 24,3% par rapport à celle de 1965 (**Dehane et al., 2013**). Durant les 10 années qui ont suivi le départ des industriels français et étrangers (1962-1979), l'industrie du liège en Algérie est restée en dehors des programmes de planification de l'époque. Les seules fabriques qui tournaient appartenaient à d'anciens artisans bouchonniers ou à certains industriels français, nationalisées par la suite par l'Etat (**Dehane, 2012**).

Selon le rapport prospectif sur le secteur forestier en Algérie établi par la **FOSA (2007)**, l'industrie du liège était, juste après l'indépendance, quasi exclusivement du ressort de la SNL (Société nationale du liège). Cette entreprise a été créée en 1967, sous la tutelle du ministère des Industries légères par ordonnance du 09/08/1967, à la suite de la nationalisation de la Compagnie algérienne du liège (CAL), entreprise privée coloniale. Le secteur public qui employait plus de 1400 travailleurs emploie aujourd'hui à peine 700 personnes. Actuellement, les unités de transformation de l'ENL ne tournent qu'à 50% de leur capacité théorique (300 000 Qx/an) (**FOSA, 2007**). En dehors du secteur public, les petites bouchonneries privées (une quinzaine) ne tournent qu'à 30% de leur capacité réelle, par manque de matière première de qualité suffisante, et les unités de trituration, vétustes, qu'à 60% (**Dehane, 2012**). Actuellement, les professionnels de la filière estiment que le pourcentage de liège algérien éligible à l'exportation s'élève à 50% du total de la production (**Nait Messaaoud, 2010**). Par défaut d'utilisation locale, la couverture du marché intérieur algérien (finis ou semi-finis) est assurée depuis longtemps par les différentes unités de transformation. La majeure production est exportée à travers le monde sous forme de liège brut ou ouvragé (**FOSA, 2007**).

## **VII. Les ennemies du chêne liège**

La dégradation des peuplements du chêne liège dans son aire naturelle est due à nombreux facteurs dont les principaux sont:

### **VII.1. Les incendies**

Le facteur de dégradation le plus redoutable de la forêt algérienne méditerranéenne est, sans conteste, l'incendie (**Madaoui, 2002 ; Missouni et al., 2002**). La Direction générale des forêts (DGF) avance en effet le chiffre de 200 000 ha de forêts de chêne-liège ravagées par le feu sur la période 1985-2012, soit une surface moyenne annuelle de près de 7 400 ha, avec trois pics notables en 1994 (63 000 ha), 1990 (15 000 ha) et 2012 (17000ha).

### **VII.2. Les insectes**

Les principaux insectes qui attaquent le chêne liège appartiennent à l'ordre des coléoptères comme le grand capricorne (*Cerambyx cerdo*. L), qui attaque le bois du tronc et des branches. Les lépidoptères comme le bombyx disparate (*Lymantria dispar*. L) et la tordeuse verte (*Tortrix viridana*), qui attaquent les feuilles et les bourgeons ; nous pouvons citer également le carpocapse des glands (*Cydia fagiglandana*), et la fourmi du liège (*Crematogaster scutellaris*).

### **VII.3. Les champignons**

Les principaux champignons qui attaquent le chêne liège sont : la truffe, *Armillaria* champignon bactériomycète parasitant les racines et *Diplodia mutila* attaque les arbres blessés lors du démasclage.

### **VII.4. Le surpâturage**

Le surpâturage est devenu au cours de ces dernières décennies l'un des facteurs les plus marquants de la dégradation des subéraies, à cause de la charge excessive en bétail exercée sur la forêt (**Letreuch-Belarouci, 2000 ; Sebei et al, 2001 ; Hasnaoui et al, 2006**). Il entraîne des conséquences graves à la fois mécaniques (tassement du sol, asphyxie des racines) et écologiques ; modification de la composition floristique des groupements végétaux et la régression de certains taxons voire même leur disparition (**Bouazza et Benabadji, 1998**). Le pâturage intensif est donc la cause principale de l'évolution des espaces forestiers vers parfois les formations matorrals (**Bouazza et al., 2001**).

### **VII.5. Les changements climatiques**

Le fonctionnement éco physiologique du chêne liège est fortement affecté par ces différents bouleversements climatiques comme en atteste les travaux de (**Ghouil et al, 2003 ; Haldimann et Feller, 2004**) qui traitent l'effet de la température sur les mécanismes photosynthétiques du chêne liège. Avec des conditions climatiques extrêmes, il est plus prudent de ne pas lever le liège car on risquerait d'endommager de manière irréversible les arbres. Il est fortement déconseillé d'écorder les jours de forte pluie, les ruissellements d'eau sur le tronc fraîchement mis à nu auraient pour l'effet de lessiver les tanins qui assurent une protection des tissus. Les blessures de la levée peuvent être mineures, mais également mortelles (**Cantat et Piazzetta, 2005**).

### **VIII. Importance des subéraies**

Partout dans le monde, les subéraies ont toujours occupé une importante place sur le plan socio-économique. En effet, elles offrent des services très divers, écologique, sylvicole, cynégétique, apicole, pastoral et touristique. (**BouchaourDjabeur, 2001**).

Mais généralement le chêne liège est exploité pour son écorce (liège) qui est destiné à la fabrication des bouchons, des panneaux d'agglomérés et d'isolation, pour la décoration et le revêtement et article divers. Il contient aussi du tanin utilisé dans l'industrie de tannage et son bois sert à la fabrication des traverses de chemin de fer, et de tonneaux et autres usages en menuiserie. Les subéraies jouent aussi un rôle important dans la fixation du carbone, la protection contre l'érosion, la préservation de la nature, etc. (**Chebil et Daly, 2006**). De même, sur le plan social, la subéraie offre un marché d'emploi, et participe à l'amélioration du niveau de vie de la population riveraine.

***Chapitre II : Généralité  
sur les pâtes alimentaires***

**I. Définition**

Les pâtes alimentaires constituent l'un des aliments les plus universellement consommés. Selon **ALAIS et al. (2003)**, les pâtes alimentaires résultent de la dessiccation d'un pâton non fermenté, moins hydraté que celui du pain et obtenu à partir de semoule du blé dur. La pâte est ensuite soumise à un laminage et un tréfilage, puis au séchage. La simplicité de leur fabrication, leur facilité de transport, leur excellente aptitude à la conservation et au stockage, leur bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, la diversité des modes de préparations sont autant d'atouts qui favorisent leur utilisation et leur consommation (**PETITOT et al., 2009a**). **ALAIS et LINDEN (1997)** indiquent qu'elles ont finalement la composition moyenne suivante : eau (9 %), protéines (13 %), lipides (1,5 %) et glucides (76 %). En Algérie et en France, seul pouvant porter la dénomination de pâtes alimentaires, les produits prêts à l'emploi culinaire, préparés

**II. Classification des pâtes alimentaires**

Selon **Tremoliere et al.,(1984)** et **Boudreau et al.,(1992)**, les pâtes alimentaires sont classées en deux groupes selon les machines utilisées pour leur fabrication :

**II.1. Pâtes pressées ou tréfilées**

C'est une pâte comprimée par une presse à travers une filière qui sert de moule dont on obtient les formes classiques telles que le spaghetti, macaroni, coquillettes ou coupées à volonté de manière à obtenir des pâtes longues ou courtes

**II.2. Pâtes laminées**

Ce type de produit est abaissé par laminage entre deux cylindres et est réduit en feuilles larges et minces. Celles-ci sont soit divisées en rubans, soit amenées sur des machines munies d'emporte-pièces ce qui donne la forme désirée.

**III. Types et formes de pâtes alimentaires**

En Algérie, la consommation de pâtes alimentaires est de l'ordre de 3 kg par an, cette quantité est relativement faible en comparaison à celle de la Tunisie (15.26 kg), (**KELLOU, 2008**). Les principales variétés produites par l'industrie sont

- ✓ Les pâtes pleines : préparées par extrusion (vermicelles, spaghetti, nouilles, tagliatelles)
- ✓ Les pâtes creuses extrudées (coudes, coquilles, coquillettes)

- ✓ Les pâtes roulées ou découpées (langue de oiseau, lettres, caractères, etc.) Ces variétés de pâtes sont classées en 3 familles qui sont :

Les pâtes longues, courtes et pâtes potages avec une production de 20%, 45%, 35% respectivement. (KELLOU, 2008).

Certains fabricants de pâtes alimentaires mélangent les grains ou semoules de différentes variétés de blé dur pour maintenir une force de gluten et des produits finis à des coûts de productions moindres (DEXTER, 2008).

#### IV. Composition biochimique des pâtes alimentaire

Les pates alimentaire étant fabriquées a partir de semoule hydratées , leur composition biochimique et similaire a celle de la matière première

**Tableau 2:** Composition biochimique des pâtes alimentaires (MOHTADJI, 1989).

Eliments	Teneur (100g)
Calories (kcal)	335-350
Eau	8.6-12.5
Proteine	12-12.8
Glucide	74-76.5
Lipide	1.2-1.8
Fibre	2-3
Calcium	22-25
Fer	1.5-2.1
Vitamine b6	0.15-0.2

#### V. Matière première employées dans la fabrication des pates alimentaire

##### V.1. La semoule

Il est essentiel qu'une semoule destinée a la fabrication de pate alimentaire qualifiée bonne, possède de façon régulière un ensemble de qualité physique ,chimique et plastique harmonieusement combinées

D'après Renadine 1951 semoule adaptée pour pate et une semoule classe 3SE prévenant des tamis 50 60 ,a granules de même dimension et de teinte uniforme ,les particules

de semoule doivent avoir une taille homogène et un taux cendre ne dépassent pas 1 % (Boudreau et al.,1992)

### **V.2. L'eau**

L'eau de fabrication ne doit pas laisser après évaporation un résidu supérieur à 400 ou 500mg par litre et ses composants ne doivent pas s'écarter des limites ci-dessous

Carbonates de chaux et magnésium 180 a 200 mg

Sulfates 70 a 90mg

silicates 25 a 30 mg

nitrites et nitrates 5 a 10mg

chlorures 5a10 mg.

matière organique 10 a 40 mg

Il est indispensables en premier lieu que l'eau soit limpide et inodore ,elle doit être neutre et sa dureté totale ne doit pas dépasser 300degre hydrotimétrique (Renaudin,1951 )

## **VI. Technologie pastière**

Selon SMITH et HUI (2004), La semoule est d'abord travaillée, mélangée de manière à ce qu'elle soit homogène et qu'elle garde le moins d'air possible (assurer l'homogénéité de la pâte), en suite viendront les différentes étapes successifs citées ci-dessous permettant la formation des pâtes alimentaires (coudes) .

### **VI.1. Hydratation**

Les pâtes alimentaires sont fabriquées en mélangeant de l'eau et de la semoule. Dans les usines modernes les proportions d'ingrédients sont contrôlées automatiquement grâce à des doseurs qui déterminent la quantité d'eau a ajouter pour une qualité optimale de pâtes alimentaires (SMITH et HUI, 2004). On cherche par cette étape d'amener l'humidité de la semoule qui est d'environ 14 ,5% de matière sèche à une humidité finale de 30% de matière sèche

### **VI.2. Malaxage**

Après avoir hydraté notre produit ,il est ensuite malaxé pendant environ 15 min à l'aide d'un malaxeur afin de bien incorporer l'eau dans le produit (semoule) de manière à obtenir des grumeaux de différents tailles toute en laissant au niveau de la presse un vide permettant de réduire l'oxydation des pigments caroténoïdes donnant aux pâtes une mauvaise

couleur et d'autre part empêcher la formation de bulles d'air qui dégradent la qualité des pâtes (pâte de texture collante) ( **SMITH et HUI, 2004**)

### **VI.3. Forme**

La forme de la pâte peut être assurée par des principes de laminage ou d'extrusion (les plus couramment utilisés). Utiliser une extrudeuse pour convertir la semoule en pâte. A la sortie de l'extrudeuse, on peut choisir de placer différents moules. Le moule donnera une forma à la pâte (Coquillettes, torsades, coudes, vrilles, etc.) ("**La fabrication des pâtes – Ferme d'Allicoud,**").

### **VI.4. Laminage**

Dans le processus de laminage, la pâte est pétrie et laminée en feuille entre deux cylindres rotatifs. Trois à cinq paires de rouleaux sont utilisés jusqu'à ce que la feuille atteigne l'épaisseur désirée. La feuille est ensuite coupée en brins de largeur et de longueur souhaitée. Les pâtes alimentaires 6 Les deux techniques utilisées sont différentes au niveau de l'énergie mécanique dont elles utilisent pour la formation de la pâte (**Abécassis et al, 1995**). L'énergie transférée à la pâte est plus élevée avec le procédé d'extrusion qu'avec celui de laminage et une partie de celle-ci est dissipée sous forme de chaleur. En outre, lors de l'extrusion, la pâte est soumise à un stress de cisaillement alors que pendant le laminage, un stress lors de l'élongation est appliqué. Ces différences dans les paramètres (le stress, la chaleur et la pression) peuvent entraîner la formation des pâtes de structures différentes (**Petitot et al., 2010**).

### **VI.5. Séchage**

Une fois les pâtes formées, elles sont transportées dans une chambre de séchage permettant aux pâtes de bien sécher grâce aux procédés de température élevée pendant environ 12h d'où ce séchage permet d'améliorer la qualité organoleptique et de réduire les contaminations bactériennes mais d'autre part il réduit la valeur nutritionnelle des pâtes qui se traduit par un déficit en lysine (**Hui, 2008**).

### **VI.6. Emballage**

Les pâtes alimentaires sont souvent emballées dans des sacs en polyéthylène ou en cellophane ou encore dans des boîtes en carton. Ces emballages ont pour but de protéger le produit fini contre toutes atteintes microbiennes ou réactions enzymatique et oxydative ainsi que les dommages pouvant subvenir lors de la livraison ou stockage (**Kulp, 2000**).



**VII. Qualité des pâtes alimentaires**

La qualité des pâtes alimentaires détermine leur acceptabilité par les consommateurs. Selon RENAUDIN (1951), la qualité des pâtes alimentaires dépend essentiellement de celle des matières premières employées, de l'eau ayant servi à la fabrication et des soins apportés dans la préparation, au séchage et à la conservation. Les propriétés qui déterminent la qualité des pâtes alimentaires sont leur aspect à l'état cru et leur comportement durant et après la cuisson, leur valeur nutritionnelle et leur état hygiénique (FEILLET, 2000).

**VII.1. Qualité organoleptique**

Les critères d'évaluation de la qualité organoleptique des pâtes alimentaires recherchés par le consommateur final sont l'aspect avant la cuisson et la tenue après la cuisson (TRENTESAUX, 1995).

**VII.1.1. Aspect des pâtes alimentaires**

RENAUDIN (1951) et FEILLET (2000) rapportent que les caractéristiques qui déterminent l'aspect des pâtes alimentaires sont : - Gerçures : ce sont des fêlures de la pâte sèche dues à un mauvais réglage du séchoir ; - Piqûres : elles peuvent être blanches, brunes ou noires ; - Texture superficielle des pâtes: qui dépend de la nature des moules utilisés ; - Couleur des pâtes : elle doit être uniforme.

**VII.1.2. Qualité culinaire des pâtes alimentaires**

Selon RENAUDIN (1951), TRENTESAUX (1979), FEILLET (1986) et PORCEDDU (1995) cités par **BOUKEZOULA (2003)**, la qualité culinaire des pâtes est évaluée par :

- ✓ Les temps de cuisson qui varient avec le format de la pâte. Pour celles du même format, ils varient avec la qualité de la pâte. Ces temps de cuisson sont déterminés en fonction du gonflement, de la texture et de l'état de surface ;
- ✓ Le gonflement de la pâte pendant la cuisson qui est calculé par différence entre le poids des pâtes avant et après cuisson ;
- ✓ La texture du produit cuit est caractérisée par la fermeté et la masticabilité après cuisson ;
- ✓ L'état de surface est caractérisé par le collant (prise en masse ou degré d'adhésion) et l'aspect plus ou moins lisse des produits cuits (délitescence) ;
- ✓ L'état de cuisson doit être « aldent », c'est-à-dire que les pâtes doivent résister légèrement sous la dent et garder un niveau de fermeté (VIERLING, 1999).

**VII.1.3. Qualité hygiénique**

Elle est considérée comme excellente, ne pose pas de problème particulier, bien que les micro-organismes trouvent un milieu favorable à leur développement au cours du séchage (maintien de produits réhydratés à 40-50°C pendant plusieurs heures. Généralement, seules des bactéries saprophytes, dont la présence ne constitue aucun danger (**FEILLET, 2000**).

**VII.1.4. Qualité nutritionnelle**

Actuellement, les pâtes alimentaires sont consommées dans le monde entier et leurs qualités nutritionnelles et énergétiques sont bien reconnues. Elles sont plus énergétiques que le pain, que les pommes de terre et la viande. L'apport protéique est loin d'être négligeable, puisque 100 g de pâte contiennent de 10 à 12 g de protéines et que cette valeur passe de 12 à 14 g dans le cas des pâtes aux œufs. Ces protéines sont déficientes en acides aminés indispensables, en lysine notamment.

Rappelons que le séchage à haute température diminue l'apport de lysine disponible et altère de ce fait légèrement la valeur nutritionnelle des produits obtenus (**FEILLET, 2000**)

**VIII. Importance des pâtes**

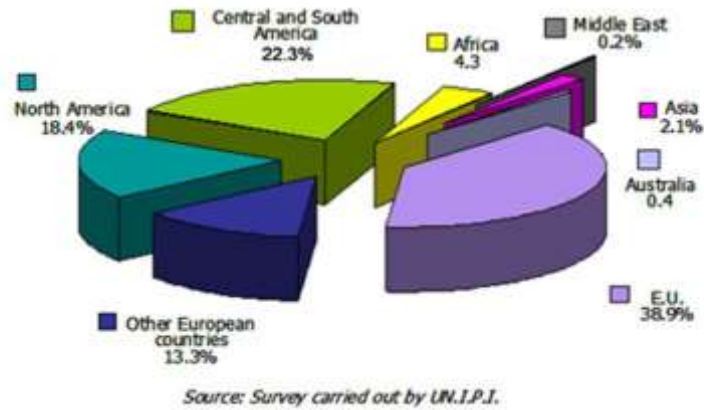
Au niveau mondial, les industries postières se sont imposé d'une manière stratégiquement réfléchi. C'est pourquoi une analyse des perspectives du secteur des pâtes alimentaire à travers le monde, est indispensable pour évaluer les enjeux qui se profilent à l'avenir.

En effet, les pâtes alimentaires sont en train de s'imposer comme aliments de références dans le modèle de consommation mondiale.

La production mondiale en pâtes alimentaire se chiffre actuellement à environ 13,1 millions de tonnes réparties comme suit :

**Estimation de la production mondiale de pâtes alimentaires**

Environ 11,8 millions de tonnes de pâtes alimentaires produites dans le monde.



**Figure 5:** Estimation de la production mondiale de pâtes alimentaires.

## ***Partie II : Expérimentale***

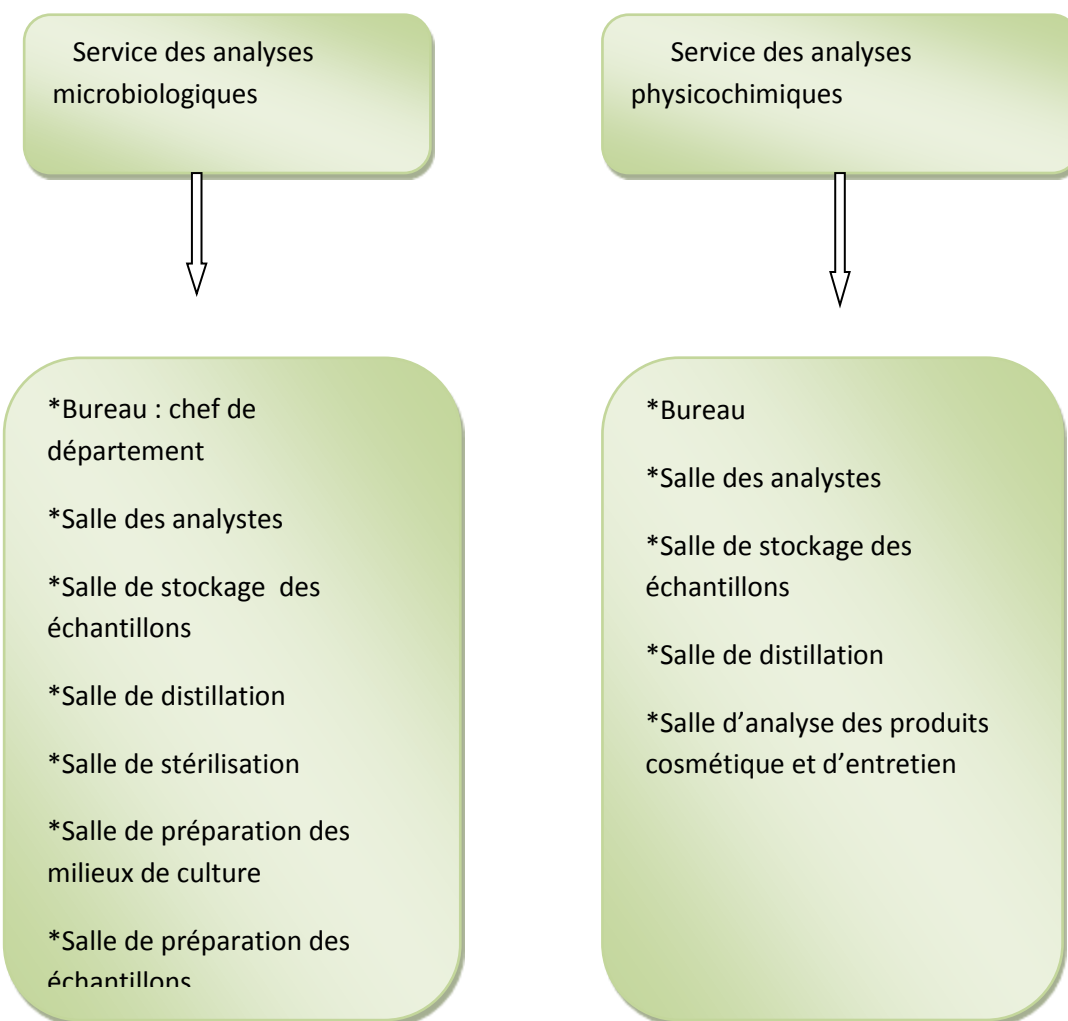
# ***Chapitre I : Matériel et méthodes***

## I. Interprétation de l'entreprise

### I.1. Présentation de laboratoire

Nous avons effectué un stage au sein de laboratoire de la repression des fraudes située a Sour El ghozlane wilaya de BOUIRA .Au cours de ce stage nous avons pu s'intéresser au fonctionnement de cette direction il s'agit de contrôler la qualité et vérifier de la conformité de notre produit.

#### I.1. Les différentes structures du laboratoire



**II. Objectif de l'étude**

L'objectif de présent travail est l'enrichissement de la pâte traditionnelle Rechta par la farine de chêne liège afin d'améliorer sa teneur en nutriments et la détermination de taux d'incorporation de celles-ci qui permet d'avoir une pâte de bonne qualité.

Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé une étude expérimentale au niveau de Laboratoire de contrôle de la qualité et de la Répression des fraudes et au niveau des laboratoires pédagogiques de la faculté des sciences de la Nature et de la Vie et Science de la Terre de l'Université Akli Mouhand Oulhadj de Bouira.

**III. présentation du matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est les glands de chêne liège populairement appelé « abellud n yilef ». Cette matière première provienne de la plaine et de la montagne.

**IV. Méthodes d'analyses****IV.1. Caractérisation morphologique**

La caractérisation est réalisée sur 100 glands de chêne liège prélevés au hasard sur lesquels on a déterminé :

La dimension de gland entier (longueur et largeur) à l'aide d'un pied à coulisse.

Le poids de gland avec et sans croûte à l'aide d'une balance analytique.

**IV.2. Obtention de la poudre****IV.2.1. Broyage et tamisage**

Le broyage des glands séchés a été fait à l'aide d'un moulin électrique, la poudre récupérée a été bien tamisée dans le but d'obtenir une poudre extrêmement fine.

**IV.2.2. Stockage**

Notre échantillon de la poudre de chêne liège, récupéré après broyage et tamisage a été stocké dans un bocal en verre hermétiquement fermé, à l'abri de la lumière pour des analyses ultérieures.

**IV.3. Caractérisation physico-chimique de chêne liège****IV.3.1. Humidité**

L'humidité (H%) est un rapport exprimé en pourcentage, elle est déterminée par la méthode

normalisée NF-T 60-305 (Afnor., 1982), elle est basée sur le séchage de la matière dans une

étuve à 105°C ±2 jusqu'à ce que son poids reste constant, elle est calculée par la relation suivante :  $H\% = [(M1-M2) \cdot 100] / M1$

**M1:** masse de la matière avant séchage ;

**M2:** Masse de la matière constante.

La matière sèche est obtenue selon la formule suivante :

$$MS \% = 100 - H \%$$

#### IV.3.2. Détermination de potentiel hydrogène (pH) ;

Le pH est une notion qui permet de façon commode et précise de désigner le caractère acide, basique ou neutre d'une solution. Dans un ballon muni d'un réfrigérant, une masse de 2g de la poudre est placée ; à laquelle un volume de 100ml d'eau distillée est ajouté. Un chauffage à reflux est procédé pendant 30min. après un refroidissement, le pH de la suspension est mesuré à l'aide d'un pH-mètre selon la méthode NF-V05-108 (Afnor., 1982).

#### IV.3.3. Taux de cendre

Il permet de connaître la part de la matière minérale dans le chêne vert. Il est déterminé par la méthode AFNOR-NF 04-208 (1980) elle est basée sur la pesée d'1g d'adsorbant dans un creuset à calcination, Placé dans un four à moufle réglé à 500°C pendant 5heures. Après refroidissement dans un dessiccateur, les cendres sont pesées à l'aide d'une balance analytique à 0,0001g de précision. Le taux de cendres est exprimé par l'équation suivante :

$$Cn (\%) = 100 - [(M1 - M2) \cdot 100] / P$$

M1: Masse «capsule + prise d'essai» (en g);

M2: Masse «capsule + cendres» (en g);

P: Masse de la prise d'essai (en g).

#### IV.3.4. Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974)

L'acidité titrable A (%) est déterminée selon la méthode NF V 05-101 (1974) décrite par (Afnor., 1982) et relative aux produits d'origine végétale.

Le principe de cette méthode se base sur le titrage de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur.

Un échantillon de  $5 \pm 0,001$  g de la matière première (l'amande du chêne liege) bien broyé est placé dans une fiole conique avec 20 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie. Le mélange est agité jusqu'à obtenir un liquide homogène. La fiole conique est adaptée à un réfrigérant à reflux afin de chauffer le contenu au bain-marie pendant 1h avec une agitation de temps en temps.



Après refroidissement, le contenu de la fiole conique est transvasé quantitativement dans une fiole jaugée de 25 ml et complété jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Ensuite, il est bien mélangé puis filtré. 10 ml du filtrat, versés dans un bêcher, sont titrés avec une solution d'hydroxyde de sodium 0,1N et en présence 2 à 3 gouttes de phénolphaléine, jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

L'acidité titrable exprimée en milléquivalents de NaOH par 100 g de matière, est déterminée selon la formule suivante:

$$A (\%) = (25.V1.100)/(M.10.V0)$$

Soit

M : Masse de produit prélevé (g) ;

V0 : volume de la prise d'essai (ml) ;

V1 : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1N (ml).

#### IV.3.5. Extraction et dosage des protéines solubles

##### ❖ Extraction des protéines

Les protéines de la poudre d'amande de chêne liège sont extraites par immersion de ces échantillons dans de l'eau distillée. Un gramme de l'échantillon est immergé dans 20 ml d'eau distillée avec l'agitation à 4°C durant 5 h.

Les suspensions sont centrifugées à 10000 G pendant 40 minutes et les surnageant sont récupérés (**Rezanejad ., 2007**). L'extrait protéique obtenu est conservé à + 4°C jusqu'à l'analyse.

##### ❖ Dosage des protéines

L'estimation de la quantité des protéines de chaque échantillon est réalisée selon la méthode de Bradford (**Bradford., 1976**).

La méthode de Bradford est une méthode de mesure de concentration protéique basée sur une réaction colorimétrique entre les protéines et un colorant, le bleu de Coomassie G250. Ce réactif, rouge-brun à l'état libre, prend une teinte bleue quand il est lié aux protéines et par conséquent possède un coefficient d'extinction molaire élevé dans le visible (à 595 nm) qui permet un dosage protéique sensible (**Bradford., 1976**).

À 50 µl d'extrait de protéines, sont ajoutés 50 µl d'eau distillée et 2 ml de réactif de bleu de Coomassie (préparé comme suit: 100 mg de poudre de bleu de Coomassie G250 sont dissous dans 50 ml d'éthanol absolu, puis on y ajoute 100 ml d'acide phosphorique à 85 %. Le mélange résultant est ajusté avec de l'eau distillée à un volume final de 1000 ml, puis

filtrer et conservé à froid (+4°C). Après stabilisation de la couleur pendant 5 min, la densité optique du mélange est déterminée à 595 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible.

Les différentes concentrations en protéines sont déterminées par référence à une gamme étalon (Tableau 3) à base de BSA, dont la concentration varie de 0 à 1,5 mg de BSA par ml de solution, préparée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons.

**Tableau 3:** Préparation de la gamme étalon pour doser les protéines.

	Tube 0	Tube 1	Tube2	Tube 3	Tube4	Tube 5
Solution BSA (µl)	00	10	20	30	40	50
Eau distillée(µl)	50	40	30	20	10	00
R.Bradford (ml)	2	2	2	2	2	2
[BSA](mg/ml)	0.00	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50

#### IV.3.6. Extraction et dosage des lipides

La quantité de lipides est obtenue par extraction au Soxhlet, selon la méthode NF EN ISO 734-1 (2000) décrite par (Afnor, 1982).

Le principe de la méthode est basé sur l'extraction des lipides des coquilles ou des noyaux par de l'éther du pétrole au moyen de l'appareil de Soxhlet.

Un ballon de 500 ml est séché à 105 °C pendant une heure, refroidit au dessiccateur pendant 30 min puis, pesé à une précision de 0,001 g.

Une aliquote de la matière première est triturée dans un mortier pour libérer tous les lipides internes. 10 g de broyat sont introduits dans la cartouche du Soxhlet et placés à l'intérieur de l'extracteur. 200 ml d'hexane sont versés dans le ballon et 50 ml dans le compartiment de cartouche. Le ballon est ensuite chauffé pendant 7 heures (20 siphonages par heure) jusqu'à épuisement de la matière grasse. Le solvant est éliminé du ballon par distillation, et le résidu du ballon est séché dans une étuve à 80 ± 0,5 °C. Après refroidissement au dessiccateur pendant 30 min, le ballon contenant les lipides est pesé à 0,001 g près. L'opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant de la matière grasse.

La teneur en lipides (MG) est obtenue par la formule suivante :

$$MG(\%) = (P2-P1)/P3.100$$

P1 : poids de ballon vide ;

P2 : poids avec l'huile d'extraction ;

P3 : poids de prise d'essai (g).

#### **IV.3.7. Extraction des sucres totaux**

L'extraction des oses et oligosides est faite selon la méthode décrite par (**Gordon, 1997**). Les oses et les oligosides sont extraits par un solvant qui doit être capable simultanément de les solubiliser et de bloquer les activités enzymatiques présentes et susceptibles de les dégrader. Selon la limite du poids moléculaire des oligosides à extraire, les mélanges éthanol-eau sont les solvants de choix. L'éthanol à 96 % est le solvant le plus utilisé car il permet d'extraire les oligosides de poids moléculaire inférieur à 2000 et de bloquer les enzymes sans altérer chimiquement les polysides présents dans le résidu (**Gordon, 1997**).

Dans un pot de centrifugeuse contenant 1 g de l'échantillon bien broyé, sont ajoutés 16 ml d'éthanol à 96%. Le pot de centrifugeuse est adapté au réfrigérant et est porté à l'ébullition douce pendant 30 min. Il est agité de temps en temps pour éviter la formation de grumeaux. Après refroidissement, le contenu est centrifugé pendant 10 min à 5000 G, et le surnageant récupéré dans une fiole de 100ml. L'extraction est reconduite trois fois. Le résidu est ensuite lavé 2 fois à température ambiante. Après centrifugation et décantation, le contenu est complété à 100 ml avec l'éthanol à 96 %. L'extrait obtenu est conservé à + 4°C et utilisé pour le dosage quantitatif des polysaccharides.

#### **❖ Dosage des sucres totaux**

Le dosage des sucres totaux à été réalisé selon la méthode de **Duchateau et Florkin (1959)**. Elle consiste à ajouté 4 ml du réactif d'anthrone à 100 µl du surnageant , et chauffer le mélange à 80 °C pendant 10 min, une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité des glucides présente dans l'échantillon, la lecture de l'absorbance est effectuée à une longueur d'onde de 620 nm, le réactif d'anthrone se prépare comme suit :

On ajoute 250 ml d'acide sulfurique concentré et 83 ml d'eau distillée à 0.5g d'anthrone respectivement, avec une dilution de 1/10 ml pour obtenir une solution limpide de couleur verte qui sera stockée à l'obscurité. La gamme d'étalonnage est effectuée à partir d'une solution mère de glucose (1mg/ml).

#### **IV.4. Etude de l'activité anti-oxydante d'Amand de chêne liege**

Les antioxydants sont des agents de prévention qui permettent de prévenir, retarder ou ralentir les processus d'oxydation. Il existe différents composés qui ont un effet antioxydant :

les polyphénols (flavonoïdes, acides phénoliques), certaines vitamines (vitamines C, E et caroténoïdes) et quelques minéraux (sélénium, zinc) (**Marc et al., 2004**).

Préparation des extraits :

Une masse de 1g de chaque échantillon a été mélangé a 50ml d'éthanol à 96% et maintenue sous agitation continue pendant 24 heures. le mélange a été centrifugé a 5000 tr/min pendant 30 min.

L'extrait phenolique a été récupérer et conserve a froid (+4C°) jusqu'a son utilisation. C'est le même extrait utilise dans le dosage de flavonoïde et l'activité anti-radicalaire.

#### **IV.4.1. Dosage des polyphénols totaux**

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon la méthode de Folin-Ciocalteu (**Sfahlan et al., 2009**). Le principe de dosage des phénols totaux repose sur les capacités réductrices des complexes ioniques polymériques formés à partir des acides phosphomolybdique et phosphotungstique (réactif de Folin-Ciocalteu) par les composés phénoliques. Il en résulte la formation d'un complexe bleu qui accompagne l'oxydation des composés phénoliques et qui est stabilisé par l'addition de carbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) (**Ribiraux garaux .,1968**).

Le dosage a été réalisé selon le protocole décrit par (Sfahlan et al. 2009). 0,5 mL d'extrait ethanologique est mélangé avec 5 mL d'eau distillé et 0,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu. Après 3 min de repos, 0,5 mL de carbonate de sodium à 10% a été rajouté. Le mélange est ensuite homogénéisé et incubé pendant 1 h à l'abri de la lumière et à température ambiante. Les absorbances ont été déterminées par la lecture à 765 nm en utilisant un spectrophotomètre.

La détermination de la concentration en polyphénols totaux est effectuée sur la base d'une courbe d'étalonnage préparée dans les mêmes conditions, à partir d'une série de dilutions d'acide gallique (1 mg/mL). La concentration finale a été exprimée en mg d'équivalent d'acide gallique/g d'extrait sec (mg EAG/g d'extrait).

#### **IV.4.2. Dosage des flavonoïdes**

La méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl<sub>3</sub>) a été utilisée pour quantifier les flavonoïdes totaux dans les différents extraits selon la méthode de (**Bahroun et al., 1996**). En effet, les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle libre en positon 5 susceptible de donner, en présence de chlorure d'aluminium, un complexe jaunâtre par chélation de l'ion Al<sup>3+</sup>. La coloration jaune produite est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présente dans l'extrait (**Basli et al., 2012**).

50  $\mu$ L de chaque échantillon préparé dans l'éthanol, est ajouté à 1 mL de la solution d' $\text{AlCl}_3$  à 2% (préparée dans l'éthanol). Après 1 h d'incubation, l'absorbance est lue à 430 nm par un spectrophotomètre UV-visible. Les concentrations des flavonoïdes des différents extraits sont déduites à partir de la gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-40  $\mu\text{g/mL}$ ) et sont exprimées en mg équivalents de quercétine/g d'extrait (mg EQ/g d'extrait)

## **V. Fabrication de la pâte alimentaire (Rechta)**

### **V.1. Matières premières et ingrédients:**

- ✓ Semoule de blé dur (semoule extra fine)
- ✓ Farine de chêne liège
- ✓ Sel et l'eau minérale (Lalla Khadidja)



A- Hydratation et malaxage



B- Pétrissage



C- Etalement



D- Etalement mécanique



E- Mise en repos



F- Tréfilage



G- Evaporation



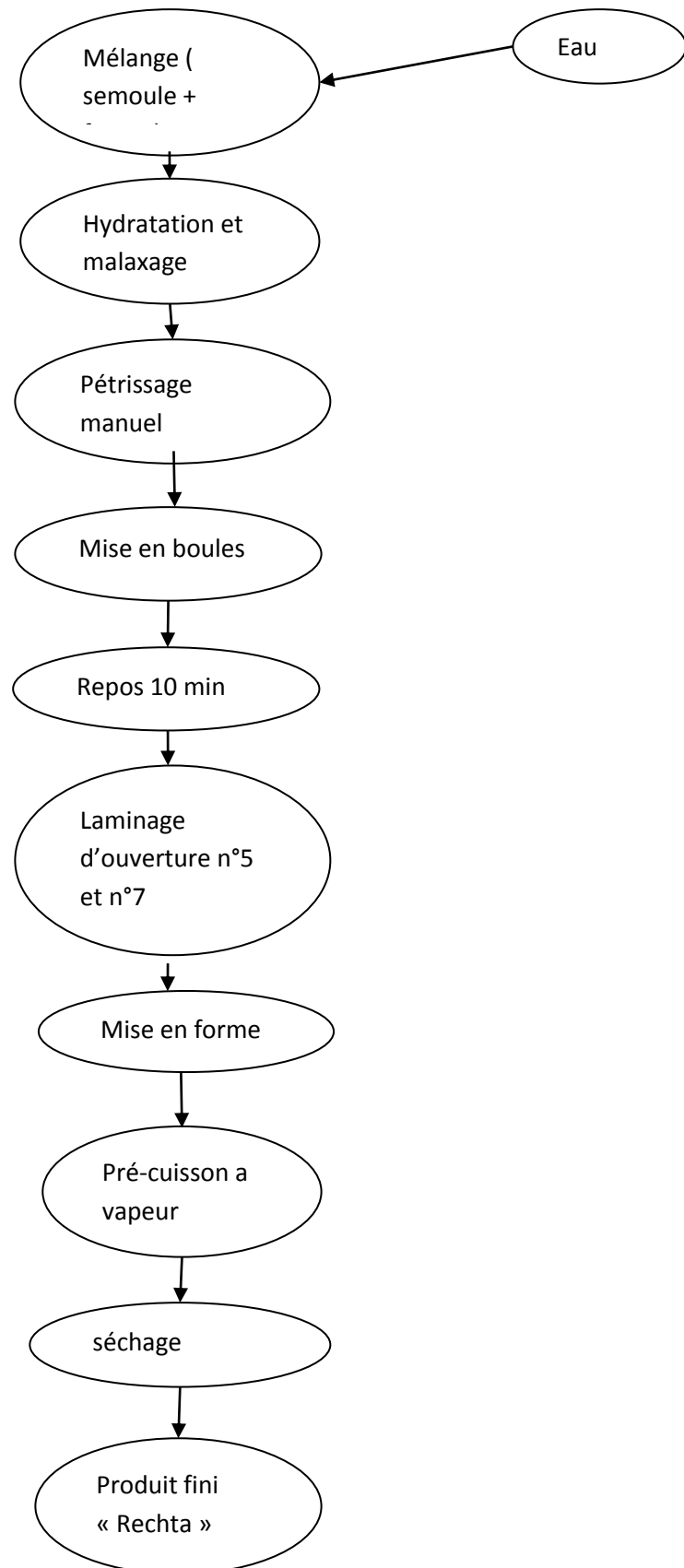
H- Séchage



I- produit final

**Figure 6:** Etapes de fabrication de« Rechta ».





**Figure 7:** Diagramme de fabrication du produit élaboré « Rechta ».

**V.1.1. Hydratation/ Malaxage**

Cette étape consiste à déposer le mélange dans un récipient ensuite nous rajoutons l'eau progressivement avec malaxage et l'homogénéisation par les mains jusqu'à obtenir une pâte molle.

**V.1.2. Pétrissage de la pâte**

Après le malaxage et pendant 10 min pour éviter la perte d'eau et aussi pour faciliter le pétrissage de la pâte par les mains. la fin du pétrissage, nous obtenons une pâte lisse, homogène et souple.

**V.1.3. Mise en forme**

La pâte obtenue après pétrissage est découpée en petites boulettes pour faciliter étalage manuel à l'aide de rouleau à pâtisserie en feuilles fines de 4 mm d'épaisseur ensuite, nous formons la pâte à l'aide d'une machine

**VI. Analyses technologiques****VI.1. Qualité culinaire**

La cuisson des pâtes alimentaires consiste à gélatiniser l'amidon et le rendre digestible, à modifier la texture. Le comportement des pâtes au cours de la cuisson peut être différent d'un produit à l'autre, elle regroupe les caractéristiques suivantes : temps de cuisson, absorption d'eau pendant la cuisson, texture de produits cuits (fermeté, élasticité), état de surface, arôme et goût (**Abecassis et al., 1996**).

**VI.2. Temps de cuisson**

C'est le temps nécessaire pour donner à la pâte cuite la texture recherchée et le temps au-delà duquel les produits commencent à se désintégrer dans l'eau de cuisson (**Abecassis et al., 1996**). Selon **Petitot et al., (2010)**, Le temps de cuisson des pâtes est déterminé selon la méthode AACC (66-50) pour chacune des pâtes dans l'eau bouillante déminéralisée et salée (7 g/L), en raison de 2 L/ 100 gr, Le temps de cuisson correspond au temps nécessaire à la disparition de la ligne blanche lors de l'écrasement de la pâte entre deux plaques signifiant que l'amidon est gélatinisé.

Le temps de cuisson optimal est déterminé par un test d'écrasement des pâtes entre deux feuilles en verre, chaque 1 mn, on prélève un brin de pâte pour évaluer la cuisson, dans une cuisson insuffisante, il y a apparition d'une zone centrale blanche qui disparaît totalement dans des pâtes trop cuites.



**VI.3. Pertes à la cuisson**

Selon **fradique et al., (2010)**, les pertes à la cuisson sont déterminés par évaporation de 25 ml d'eau de cuisson de chaque échantillon dans un étuve ventilé à 103° C jusqu'à un poids constant, La perte à la cuisson est exprimée en g par 100g de la matière sèche, selon la formule suivante :

$$\text{Pertes à la cuisson} = \text{Poids des résidus des eaux de cuisson séchés} / \text{Poids des pâtes crues} * 100$$

**VI.4. Gonflement (capacité d'absorption d'eau)**

Selon **Petitot et al., 2010** Il est déterminé par la mesure de poids des pâtes avant et après cuisson; et il rend compte de l'aptitude de la pâte à absorber l'eau au cours de la cuisson, il est calculé comme suit :

$$G (\% \text{ ms}) = P - PS / PS$$

G : Gonflement ou Capacité de fixation d'eau.

P : Poids des pâtes cuites (g).

PS : Poids des pâtes sèches (g).

**VI.5. Appréciation sensorielle des pâtes**

C'est l'Ensemble de méthodes permettant de mesurer les perceptions sensorielles : vue, ouïe, odorat, goût, touché, elle est Fondée sur trois niveaux métrologiques : percevoir, identifier, discerner (**Cassan D., 2015**).

Selon **Graille et al., (1993)**, cette évaluation s'effectue sur les pâtes cuites 7 mn à l'eau bouillante salée à raison de 10 g de NaCl pour 1.5 l d'eau.

L'ensemble des principales propriétés organoleptiques des échantillons (, B,c D) par rapport à une pâte témoin A, a été évalué selon un test de dégustation par un groupe de 30 personnes, les échantillons sont placés dans un ordre aléatoire : pâte B (Avec 50%), pâte C (avec 30%) et pâte D (avec10%).

**VI.6. Déroulement de l'essai**

On réalise un test de dégustation au niveau du département SNV de Bouira, le jury est constitué des 30 étudiants de contrôle qualité et agroalimentaire et des ingénieurs de laboratoire, ce test passe par un examen visuel pour apprécier la qualité des échantillons avant cuisson et évaluer la couleur, état de surface puis un examen olfactif et gustatif des pâtes cuites.

On utilise des tests analytiques qui permettent de mesurer l'impact sensoriel d'un produit c'est-à-dire son action sur chaque récepteur sensoriel stimulé : la vision, l'odeur, le goût, la texture....

#### **VI.7. Fiche d'évaluation sensorielle**

Le test de dégustation est conçu pour mesurer le degré d'appréciation d'un produit, On se sert d'échelles de catégories allant de «excellent » à «moyen» en passant par «mauvais» avec un nombre variable de catégories intermédiaires. Les dégustateurs choisissent pour chaque échantillon.

## ***Chapitre II : Résultats et discussion***

Dans ce chapitre, on s'intéresse à présenter les résultats obtenus au cours de ce travail, qui sont principalement :

-détermination des caractéristiques physique des glands de chêne liège

Analyses physico-chimiques de la farine de chêne liège

Analyses sensorielles de la pate alimentaire

**I. Détermination de la caractéristique physique des glands de chêne liège**

Les méthodes d'analyses physiques se rapportent aux expériences suivantes:

Détermination du poids (m) et des indices de forme : longueur (L), largeur (l)

**I.1. Poids et forme**

Pour déterminer le poids, la taille et la forme des glands de chêne liège, 100 glands ont été aléatoirement choisis. La masse (en g) de chaque graine avec ou sans péricarpe est déterminée au moyen d'une balance analytique de 0.001g de précision. Pour chaque glands ont été mesurées les deux principales dimensions suivantes (en cm): la longueur (L), la largeur (l) . Pour ce faire, un « pied à coulisse » a été utilisé avec une exactitude de lecture de 0,01 cm.

Les propriétés physiques des glands possèdent une grande importance. Elles peuvent avoir une utilisation potentielle dans la récolte, le transport, la classification, le stockage, le Conditionnement et dans d'autres traitements des graines (**Al-Mahasneh, 2007 ; Coskuner et Karababa, 2007**).

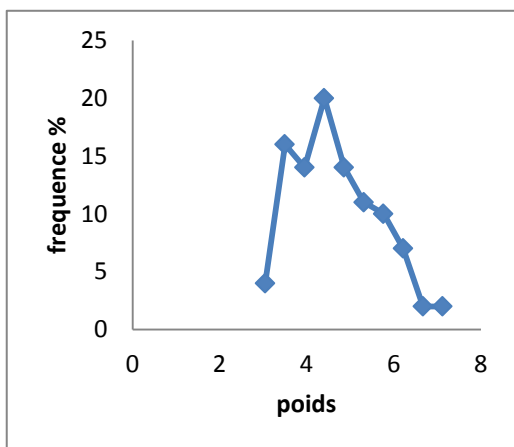
Les résultats concernant les propriétés physiques des glands de chêne liège entières et de leurs noyaux sont donnés au Tableau.4

**Tableau 4:** Poids et forme de gland complet de gland sans péricarpe.(plaine).

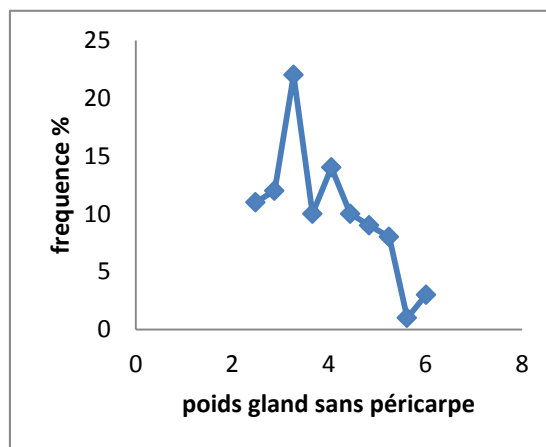
	Glands complet	Glands sans péricarpe	Péricarpe
Paramètres	Min Max Moy ET	Min Max Moy ET	Min Max Moy ET
Poids (g)	2.82/ 3.35/ 4.776 /0.917	2.29/ 6.21 /3.897 /0.791	0.1 /2.64 /0.9476 /0.212
Langueur (cm)	26.7/ 42/ 39.928/ 3.003	14.6/36.6/30.379 /3.515	/
Largeur	13.1/ 19.7 /16.37 /1.42	11.3 /17.2/ 14.236/ 1.36	/

Min : minimum    max : maximum    moy : moyenne    ET : écart type.

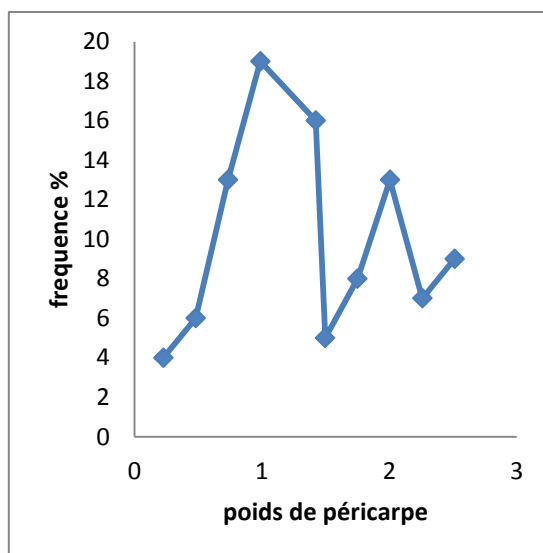
Comme le montrent les données du Tableau.3, les poids (en g) de gland complet et des glands sans péricarpe et de péricarpe sont hétérogènes. Pour les fréquences de ces poids se trouvent dans les intervalles respectivement 3.49g – 4.85 g et 2.87-3.66 g et 0.48 – 1.49g



**Figure 8:** Distribution des fréquences du poids de gland complet.



**Figure 9:** Distribution des fréquences du poids de gland sans péricarpe.



**Figure 10:** Distribution des fréquences du poids de péricarpe.

Le péricarpe représente 18.61% du poids total de gland. Le gland sans péricarpe représente, quant à elle, 81.66% du poids de gland complet (Figure.11). Ce qui la rend plus intéressante en termes de perspective d'exploration et de valorisation

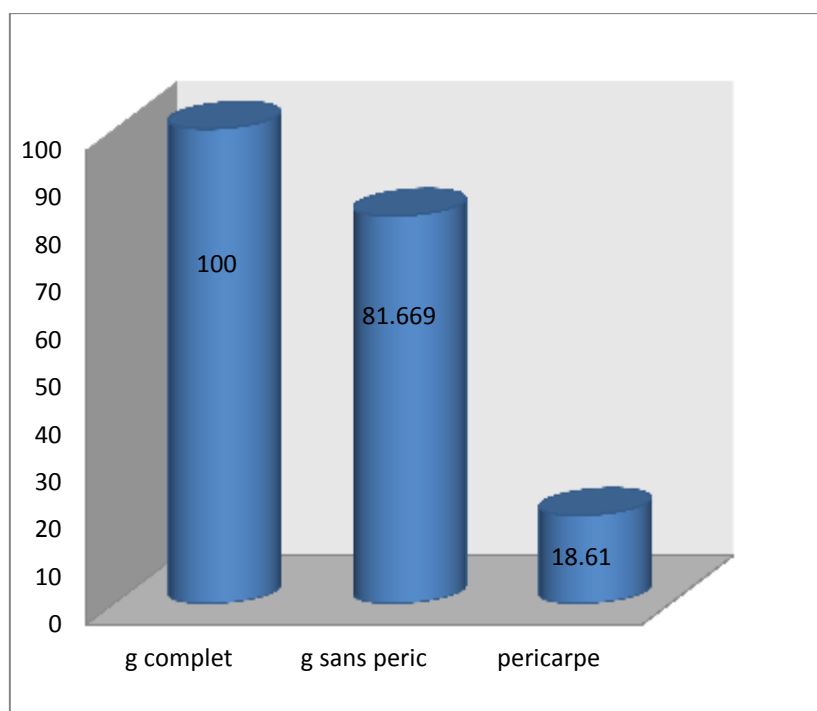


Figure 11: proportions des glands complet , sans péricarpe et péricarpe .

D'autre part, une hétérogénéité est aussi à relever pour le paramètre longueur. Et comme précédemment, les distributions de fréquence sont en revanche presque homogènes puisque 21% de la longueur des gland complet (Figure.12) et 18% de celle des glands sans péricarpe (Figure.13) se situent dans 31.35-34.41 cm et 17.9cm-22.3 cm respectivement.

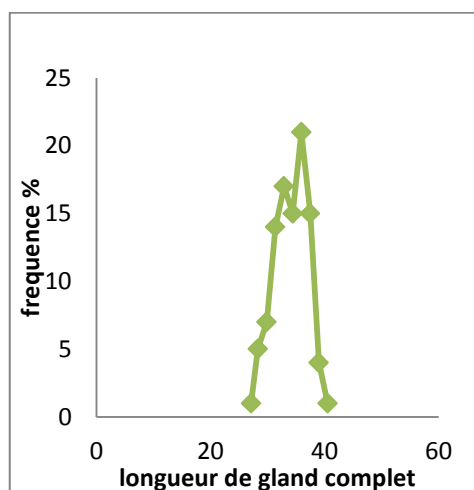


Figure 12: Distribution des fréquences de la longueur de gland complet.

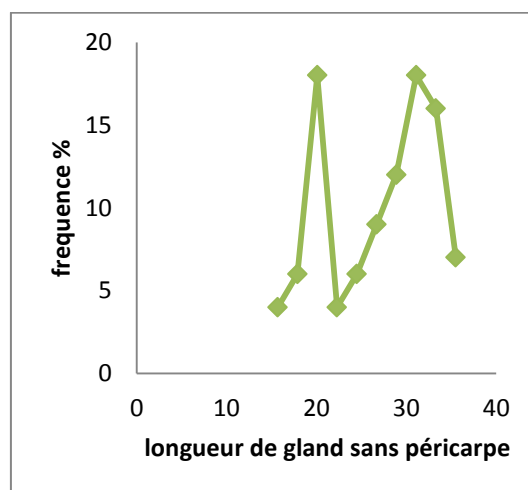


Figure 13: Distribution des fréquences de la longueur de gland sans péricarpe.

Par contre, les résultats obtenus des largeurs révèlent une distribution hétérogène des fréquences, aussi bien de glands complet que du gland sans péricarpe respectivement 14.75-16.07 et 12.77-15.13 cm (Figure 14 et .15).

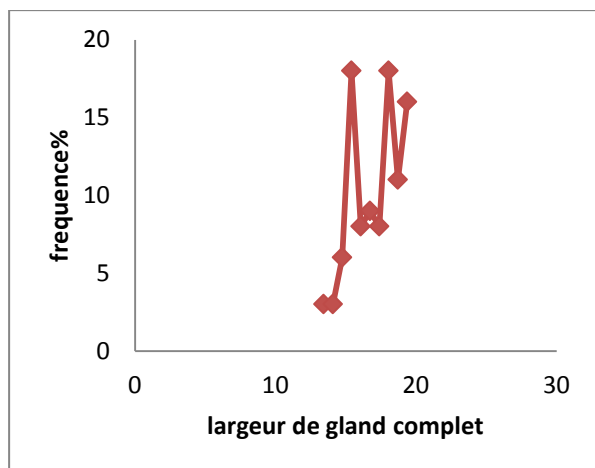


Figure 14: Distribution des fréquences de la largeur de gland complet.

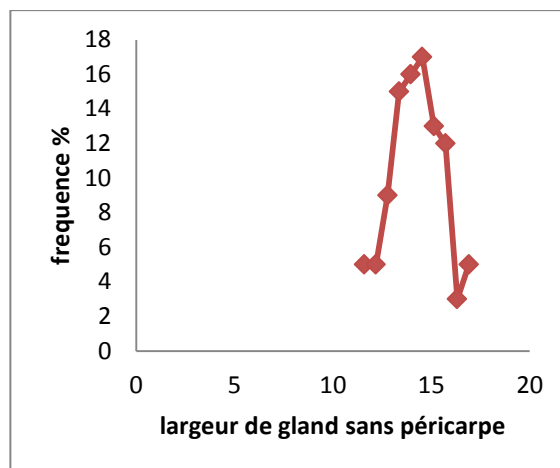


Figure 15: Distribution des fréquences de la largeur de gland sans péricarpe.

❖ Montagne

Tableau 5: Poids et forme de gland complet et de gland sans péricarpe .(montagne)

Paramètre	Glands complet				Glands sans péricarpe				Péricarpe			
	Min	Max	Moy	ET	Min	Max	Moy	ET	Min	Max	Moy	ET
Poids	2.58	8.69	6.203	1.364	1.72	7.97	5.255	1.399	0.17	1.52	0.947	0.212
Longueur	20.2	39	32.107	4.532	18.3	37.8	29.181	4.580	/			
Largeur	13	18.9	16.28	1.582	11.2	17.5	14.402	1.669	/			

Min : minimum    max : maximum    moy : moyenne    ET : écart type.

Comme le montrent les données du Tableau.4, les poids (en g) de gland complet et de glands sans péricarpe et du péricarpe sont presque homogène . Mais les fréquences respectifs (54% et 68 %) de ces poids se trouvent dans les intervalles 5.94 -7.77 g et 5.78-8 g et 7.03 – 0.77-1.18g

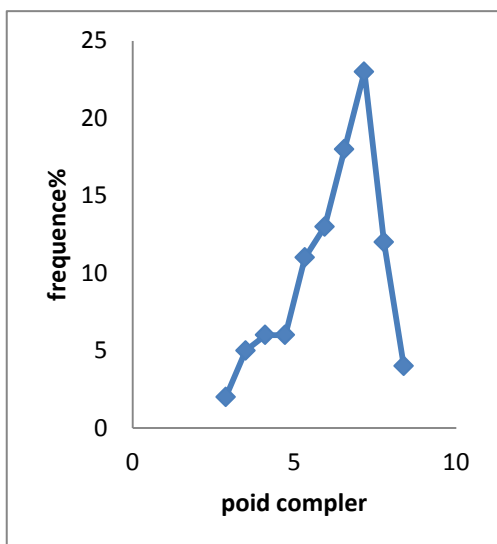


Figure 16: Distribution des fréquences du poids de gland complet.

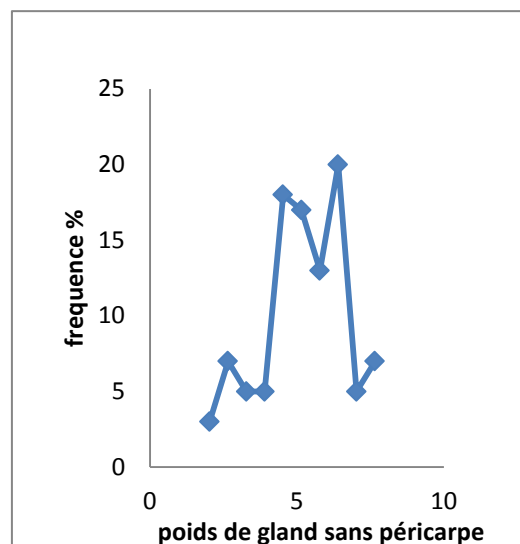


Figure 17: Distribution des fréquences du poids de gland sans péricarpe.

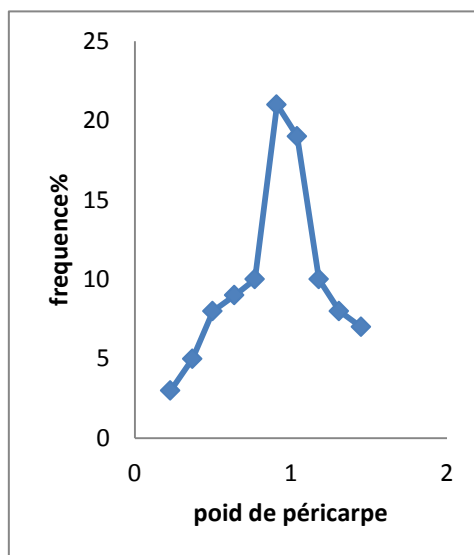


Figure 18: Distribution des fréquences du poids de péricarpe.

Le péricarpe représente 18.65% du poids total de gland. Le gland sans péricarpe représente, quant à elle, 83.69% du poids de gland complet (figure 19). Ce qui la rend plus intéressante en termes de perspective d'exploration et de valorisation.



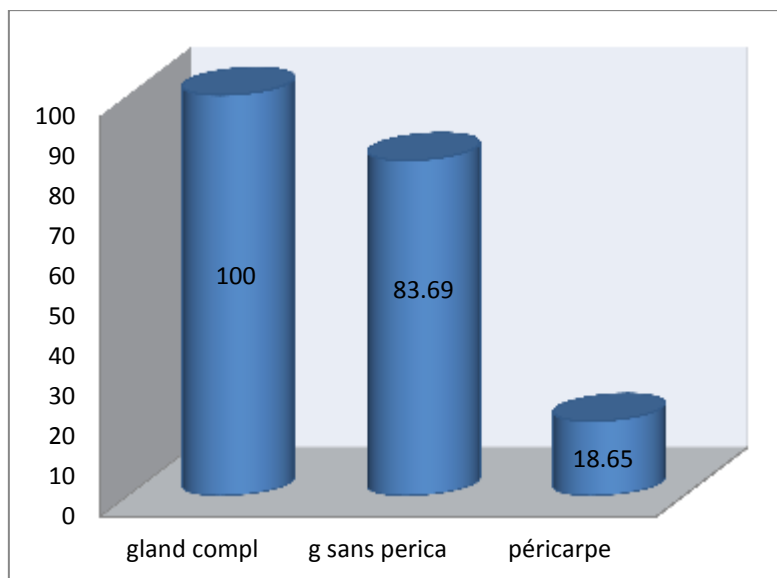


Figure 19: proportions des glands complet , sans péricarpe et péricarpe.

Les distributions de fréquence sont proche puisque (50%-50% )de la longueur des gland complet (Figure.20) de celle des glands sans péricarpe (Figure.21) se situent dans 32.42-36.18 cm et 25.12cm-32.92 cm respectivement.

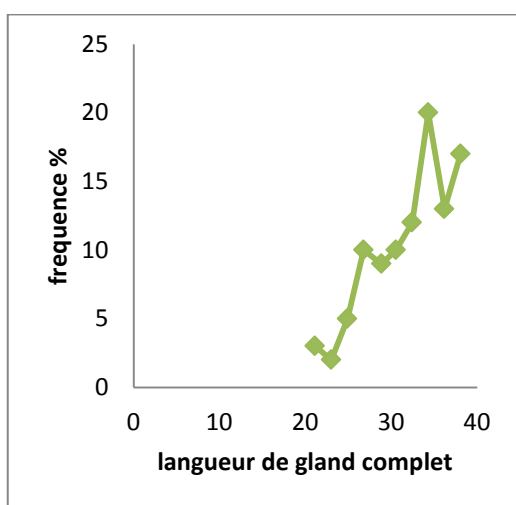


Figure 20: Distribution des fréquences du longueur de gland complet.

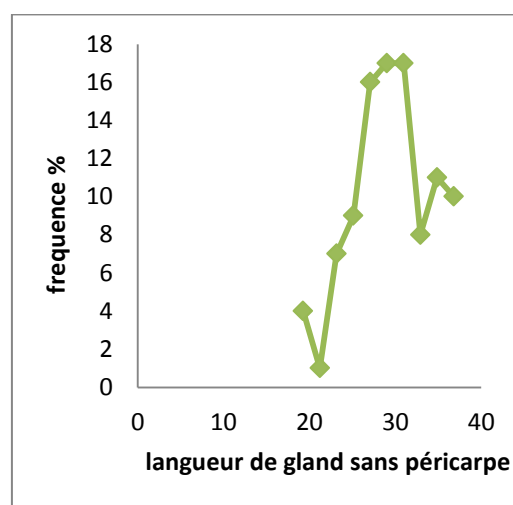


Figure 21: Distribution des fréquences du longueurde sland sans péricarpe.

Les résultats obtenus des largeurs révèlent une distribution proche des fréquences,(51%56%) des glands complet que du gland sans péricarpe respectivement 16.83-18.60cm et 14.66. -15.92 cm (Figure 22 et .23).

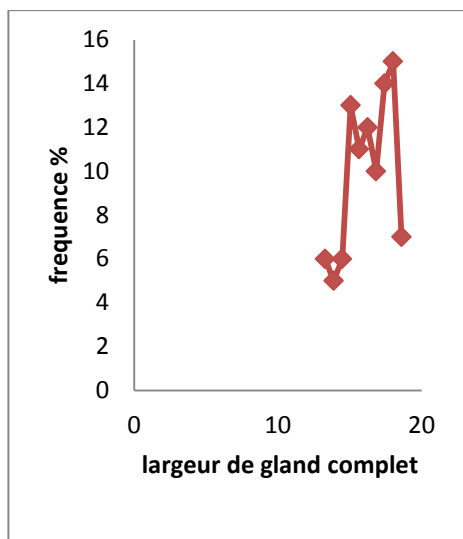


Figure 22: Distribution des fréquences de la largeur de gland complet.

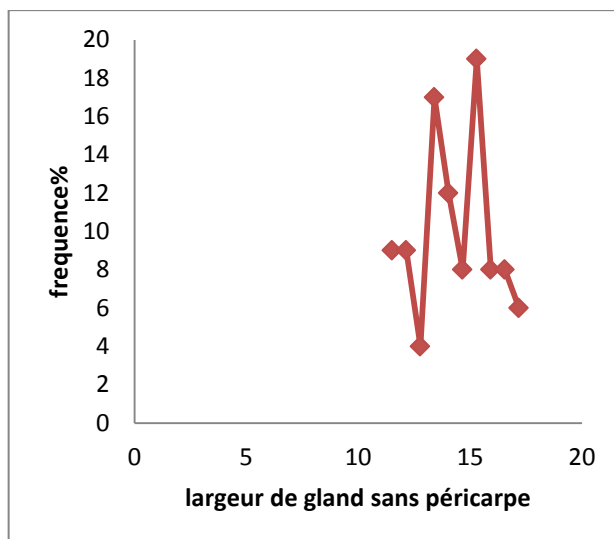


Figure 23: Distribution des fréquences de la largeur de gland sans péricarpe.

Pour conclure on trouve que cette différence entre les paramètres calculer de la plaine et de la montagne revient au paramètres climatiques qui influent sur le sol et les fruits.

On a le climat de la montagne est caractérisé par une pluviométrie moyenne de **1205 mm** pour la période (1920-1984) (Messaoudene, 1989).

Pour la plaine on a la température moyenne de plaine est de 18.5c° et les précipitations sont en moyenne de **720.1 mm**

## II. Résultats d'analyses physicochimiques de chêne liège

Les résultats des analyses physico-chimique du l'amande de chêne sont présenté dans le tableau :

Tableau 6: Les analyses physique-chimique des glands de chêne liège.

Paramètres	Glands de plaine	Glands montagne
Humidité	17.95±0.05	8.31±0.16
Ph	5.6±0.12	6.17±0.17
Acidité titrable	4.56 ±0.28	2.82 ±0.03
Taux de cendre	1.8±0.12	1.6±0.22
Matière grasse	2±0.14	1.69±0.04
Teneur en glucide	8,81±0.92	9,13±0.58
Teneur en proteine	3,79±0,1	3,64± 0,11

**II.1. Teneur en eau H%**

Le taux d'humidité de gland de chêne liège de plaine est de  $17.95 \pm 0.05\%$  ; par rapport à celle de montagne est de  $8.31 \pm 0.16\%$ . donc la plaine est humide par rapport a la montagne Cette valeur est faible a celle trouvée par (Menasraet al., 2015) sur la teneur en eau des glands de chêne vert d'Aurès (Quercus ilex) qui est de  $32,35\%$

Cela peut être exprimé par la différence de la nature du sol, du climat et des régions de la récolte de la plante et aussi peut être due à la différence des variétés étudiées ou bien ou traitement appliqué lors de leur séchage (Betroune et al., 2017).

**II.2. pH & acidité titrable**

Les deux farines de la plaine et la montagne ont des valeurs presque proches qui sont à l'ordre  $5.6 \pm 0.12$  ;  $6.17 \pm 0.17$ . Cette valeur désigne que le chêne liège de la montagne est plus acide que celle de la plaine

Pour l'acidité titrable on a  $4.56 \pm 0.28\%$  pour la plaine et  $2.82 \pm 0.03\%$  les résultats montrent que il y'a une corrélation. cela confirme que le sol joue un rôle dans l'acidité des glands.

**II.3. Taux de cendre**

Le gland du Chêne liège de la plaine présente une teneur en cendre de  $1.8 \pm 0.12\%$  qui est plus important que celle du gland de chêne liège de la montagne qui est de  $1.6 \pm 0.22\%$ . Cette valeur est inférieure à celle trouvée par (Ait Saada et al., 2017) Sur la teneur en cendre des glands de chêne vert qui est de  $02.01\%$ . La teneur en cendre peut dépendre de la composition minérale du sol de culture des arbres.

**II.4. Matière grasse**

Après le chauffage de 7 heures de ballons sur l'appareil de Soxhlet on obtient un rendement de  $2 \pm 0.14\%$  de la matière grasse dans le gland de chêne de la plaine et  $1.69 \pm 0.64\%$  dans les glands de chêne liège de la montagne donc la plaine est plus élevée que celles de la montagne

Les valeurs trouvées sont loin de celle trouvée par (Bouderoua., 1995) sur le chêne vert qui est de  $8.04\%$ .

**II.5. Dosage des protéines**

La teneur en protéine du gland de chêne liège de la plaine est de  $3,79 \pm 0,1$  cette valeur est légèrement diminuée  $3,64 \pm 0,11$  dans le gland de chêne liège de la montagne.

Les résultats trouvés à la plaine et la montagne sont loin par rapport à celle trouvée par (Ait Saada et al., 2017) sur le contenu en protéines de chêne vert qui est de 7.87%.

### **II.6. Dosage des sucres totaux**

L'amande de chêne liège est riche en sucre elle présente  $8.81 \pm 0.92$ g/100g au niveau de la plaine et  $9.13 \pm 0.58$ g/100g au niveau de la montagne.

Ces résultats sont supérieurs à celle trouvée par (Rawane., 2011) sur le blé qui est environ de 5g/100g

### **III. Activité antioxydant**

Les résultats obtenus concernent l'activité antioxydante des glands de chêne liège sont récapitulés dans le tableau

**Tableau 7:** Activité antioxydante des glands de chêne liège de la plaine et la montagne.

Activité antioxydant	Poudre de la plaine	Poudre de la montagne
Poly phénols(g EAG/100g)	0,29	0,27
Flavonoïde (g EC /100g)	5,265	5,845

#### **III.1. Dosage du poly phénol**

La quantité de poly phénol de chêne liège de la plaine  $0,29$ gEAG/100g qui est proche de celle de la montagne  $0,27$ gEAG/100g.

Les résultats obtenus sont inférieurs aux résultats trouvés par (Bouaziz., 2018) qui est de 4.8/100g.

#### **III.2. Dosage des flavonoïdes**

La teneur en flavonoïdes de gland de chêne liège de la plaine est de 5.26 g EC/100g et celle des glands de chêne liège de la montagne est de 5.84 gEC/100g.

Ces résultats sont loin de celle trouvée par (Bouaziz., 2018) sur le chêne vert qui est de 1.6 mg EC/100g

### **IV. Qualités culinaires**

#### **IV.1. Temps de cuisson optimal**

Les temps de cuisson respectifs des pâtes alimentaires : témoin, pâtes avec 10% et avec 30% et avec 50% sont de 10 min, 5.38 min, 18.4 min et 14 min. On constate donc que le temps de cuisson de pâte avec 10% est le plus faible, ce qui est peut-être dû à la

différence de dimension de la pâte comparée aux autres échantillons parce que ces pâtes sont faites à la maison par de simples moyens.

**Tableau 8:** Test de cuisson.

Caractérisation	Pate témoin	10%	30%	50%
Temps de cuisson	10	5.38	18.4	14
Poids apres cuisson	23.30	26.6	27.35	28.3
Perte de cuisson	5 ,69	6,21	6,3	6,4

**IV.2. Pertes à la cuisson**

Cette analyse permet de déterminer les pertes de substances dans l’eau de cuisson qui devrait rester limpide.

Suivant le tableau 1, la pâte témoin a un taux de perte a la cuisson le plus faible 5,69%) suivi par celui des pâtes avec 10%(6.21%) et 30% 40% . Cette valeur forte est en relation avec un temps de cuisson plus faible.

Selon Autran C. J., (1996), preuve que des températures élevées de séchage (par exemple, entre 70 et 90 °C) permettent d'améliorer considérablement le comportement des pâtes à la cuisson, donc les températures élevées peuvent changer les résultats trouvés car le séchage est à l’air libre.

**IV.3. Indice de gonflement**

D’après les résultats exprimés dans le tableau 9, nous constatons que la capacité d’hydratation des pates est entre 1.17% et 1.83%. On remarque que les pates B a un indice de gonflement plus élevé que celui des pates C et D suivit par la pate témoin avec une valeur de 1.17 mais ces valeurs restent toujours proches donc la pate ajoutés n’a pas une grande influence sur le taux de gonflement.

**Tableau 9:** gonflement des pates.

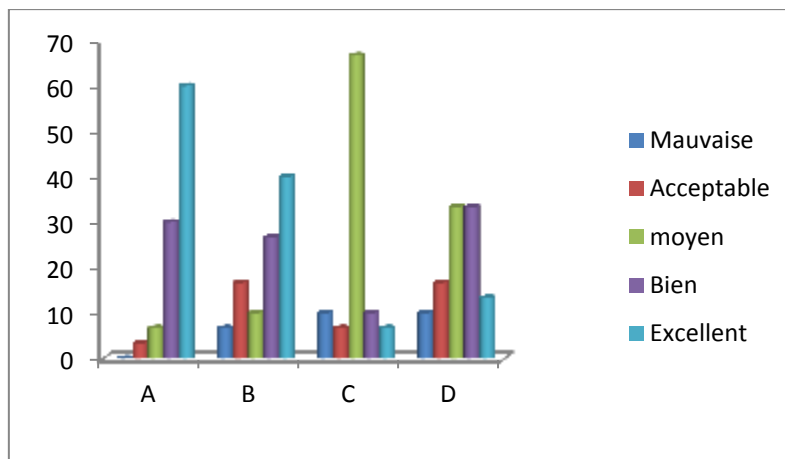
	Témoin	Pate 50%	Pate 30%	Pate 10%
Gonflement	1.17	1.83	1.72	1.64

**V. Interprétation des résultats des analyses sensorielles**

Les quartes pâtes analysés (A ,B,C,D) sont classés selon 4 critères (odeur, couleur, texture et gout) avec des notes de 0 à 5.

**V.1. Critère gout**

Les résultats de critère gout sont illustrés dans la figure ci-après

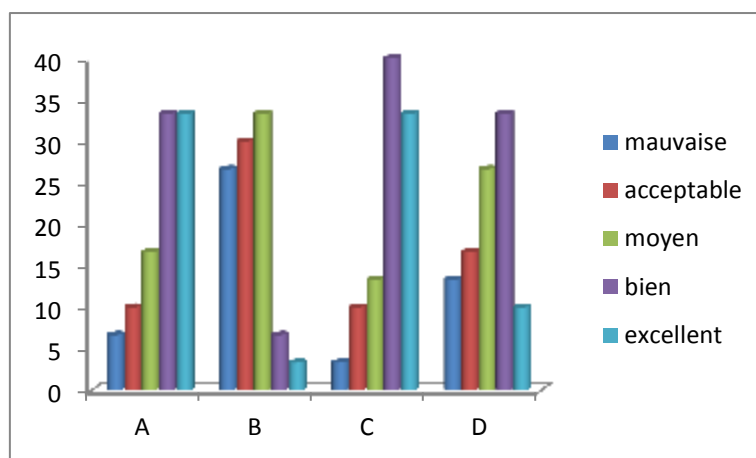


**Figure 24:** Classement de pâtes selon le gout.

Le meilleur gout est enregistré pour la pate A témoin avec un pourcentage de 60% de dégustateurs ont senti un excellent gout, après la pate B(50%) d’un pourcentage40% suivie par la pate C (30%) avec un gout moyen d’un pourcentage de 66.66%, en dernier on trouve la pate D(10%) dont 10% ont estimé un mauvais gout.

**V.2. Critère texture**

Les résultats de critère texture sont illustrés dans la figure ci-après



**Figure 25:** Classement de pate selon la texture.

La meilleure texture est notée pour la pate C (30%) avec 40% de dégustateurs qui ont apprécié une bonne texture, suivie par la pate A témoin et la pate D (10%) avec 33.33% qui ont estimé une bonne texture ça revient peut-être à au malaxage , vient en dernier la pate B(30%) avec une mauvaise texture d'un pourcentage de 26.66%

### V.3. Critère couleur

Les résultats de critère couleur sont illustrés dans la figure ci-après

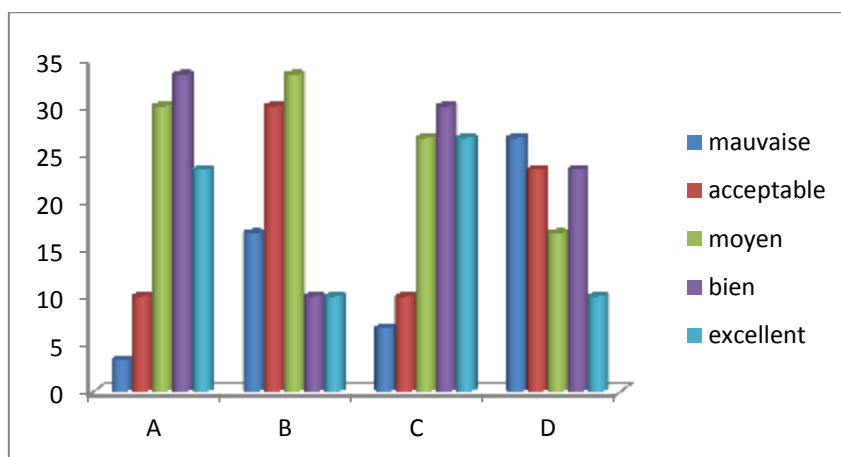


Figure 26: Classement de pate selon la couleur.

La meilleure couleur est enregistrée pour la pate C(30%) dont 26.66% des sujets qui ont estimé une excellente couleur, suivie par la pate A témoin avec une couleur bien d'un pourcentage de 33.33%, la pate B(50%) avec une couleur moyenne de 33.33% en dernier la pate D (10%) avec 26.66% de pénalistes qui ont estimé une mauvaise couleur .

### V.4. Critère odeur

Les résultats de critère odeur sont illustrés dans la figure ci-après

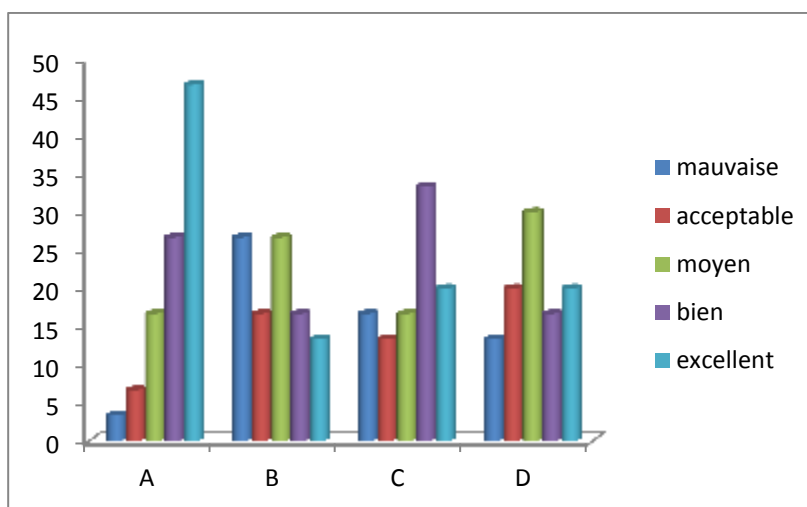


Figure 27: Classement de pate selon l'odeur.

D'après la **Figure27**, la meilleure odeur est enregistrée pour la pate témoin A avec un pourcentage de 46.66 % de pénalistes qui ont estimé une bonne odeur, suivie par la pate C(30%)avec une odeur bien de 33.3% et D (10%)avec une odeur moyenne d'un pourcentage de 30%, en dernier se classe la pate B (50%) avec 26.66% de pénalistes qui ont senti une mauvaise odeur peut-être que la pate est concentré par l'odeur de chene liège.

D'après ces résultats, on conclut que la pate C(30%) qui une pate fabriqué a partir de 30% de farine de chene liège et 70% de semoule de blé est la plus apprécié par la majorité des dégustateurs.



# ***Conclusion générale***

### **Conclusion générale**

L'objectif de ce travail est l'élaboration d'une pâte alimentaire traditionnelle (Rechta), enrichie par la farine de chêne liège, destinée aux malades souffrant de l'intolérance au gluten.

Le but de cette étude est l'amélioration de la qualité nutritionnelle du produit élaboré (Rechta), Pour ce faire, nous avons opté pour le mélange de la semoule de blé dur et la farine de chêne liège à des taux variables 50 % 30 % et 10%.

L'étude biométrique a montré que les poids et les mensurations des glands de la montagne sont presque homogènes et celle de la plaine sont hétérogènes.

À la lumière des résultats des analyses physico-chimiques, la poudre de chene liège étudiée est caractérisé par un pH acide (6.17) pour la montagne et (5.6) pour la plaine , une teneur en glucides importante (9.13g/100g) pour la montagne et (8.81g/100g) pour la plaine , une teneur en proteines faible (3.64%) pour la montagne et ( 3.79%) pour la plaine , un taux d'humidité faible (8.31%) pour la montagne et (17.95%) pour la plaine ainsi des teneurs moyenne en antioxydants (polyphénols 0.27mgEAG/100gpour la montagne et 0.29 mgEAG/100g pour la plaine ; flavonoïdes 5.84gEQ/100g pour la montagne et 5.26mgZAG/100 gpour la plaine.

L'analyse de la composition biochimique des pâtes obtenues a permis essentiellement de faire ressortir que l'incorporation de la farine de chêne liège engendre une augmentation progressive des teneurs en glucides.

Les résultats obtenus dans notre étude, concernant le temps de cuisson des pâtes alimentaires élaborées à base de la semoule de farine de chene liège varient de 5 à 18 minutes.

Les pâtes obtenues passent d'une coloration blanche à une coloration marron de plus en plus intense selon le pourcentage de la farine de chêne liège incorporé.

Les résultats d'analyses sensorielles peuvent dire que la pâte enrichi par la farine de chêne liège est faisable d'un point de vue technologique et le meilleur taux d'incorporation de la farine de chêne liège est de 30% et pourra constituer un aliment fonctionnel aux services des personnes qui cherchent toujours une alimentation équilibrée comme les consommateurs souffrant de maladies métaboliques tel que les maladies de cœliaque.

### **Perceptives**

Au terme de ce travail, nous proposons :

- ✓ De passer à des essais d'enrichissements avec d'autres fruits, qui ont une valeur nutritives importante.
- ✓ Réaliser les différentes analyses microbiologiques sur le produit élaboré.
- ✓ Les autres utilisations possibles des poudres (, boulangerie, confiserie comme les bonbons pour enfants, la confiture ... etc.)
- ✓ Faire un marketing de produit élaboré pour le faire connaitre aux consommateurs

***Références  
bibliographiques***

### Références bibliographiques

- ✓ **Abécassis, 1995.** A thermo mechanical approach to pasta extrusion. *Journal of Food Engineering* 26, 351–368.  
[https://doi.org/10.1016/0260-8774\(94\)00060-M](https://doi.org/10.1016/0260-8774(94)00060-M)
- ✓ **Ait Saada, D., Ait Chabane, O., Selselet-Attou, G., Boudroua, K., Et Kedam, R., 2017.** Essais nutritionnels de la farine des glands en alimentation du poulet de chair (caractéristiques organoleptiques- biochimiques- digestives et diététiques). 1-29.
- ✓ **Afnor. 1982.** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed. **AFNOR**. pp 1-325. **Afnor, 1980.** Lait et produits laitiers. Méthodes d'analyses. Recueil des normes françaises.
- ✓ **Alais C. ,2003.** Biochimie alimentaire. Ed. MASSON, 245p.
- ✓ **Alais C. & Linden G., 1997.** Biochimie alimentaire. ABREGES. 2ème édition, Masson.  
254 p.
- ✓ **Allili N., 1983 :** Contribution à l'étude de la régénération du chêne-liège dans la forêt domaniale de Béni-Ghobri, Tizi-Ouzou. Thèse d'ing. INA. El Harrach, 53 p.
- ✓ **Aronson, J., Pereira,J.S., & Puasas, J.G., 2009 :** Cork Oak Woodland on the edge. Islandpress. Washington. Covelo. London. 350 p.
- ✓ **Bahorun T. ; Gressier B. ; Trotin F. ; Brunet C. ; Dine T. ; Luyckx M. ; Vasseur J. ; Cazin M. ; Cazin J.C. ; Pincas M, (1996),** Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittle Forshing*, 46 (11), pp 1086-1089.
- ✓ **Basli, A., Chibane, M., Madani, K., and Oukil, N. (2012).** "Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie: *Origanum glandulosum* Desf." *Phytothérapie*, 10(1), pp 2-9.
- ✓ **Belahbib N et al.,2005-**Contribution à l'étude de l'introgession génétique entre *Quercus suber* et *Quercus rotundifolia* (Lamk) Trabut au Maroc par l'utilisation des marqueurs microsatellites. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section sciences de la vie*, n°26, 27, 31-34.
- ✓ **Belaidi A., 2010-**Etude comparative de trois provenances de chêne liège (*Quercus suber* - L) élevées sur différents substrats en pépinière hors-sol de Guerbes (Wilaya de Skikda), thèse de Magister en agro. Univ.Batna.78 p

## *Références bibliographiques*

---

- ✓ **Belarbi M., 1990.** Contribution à l'étude des composés chimiques des glands des différentes espèces. Mémoire de Magistère en biologie. Univ de Tlemcen. P187
- ✓ **Bradford, M., 1976.** A Rapid and sensitive method for the quantitation microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry. Vol 72.p : 248-254
- ✓ **Bouchaour-Djabeur S., 2001-** Diagnostic sanitaire de quelques subéraies de l'Ouest algérien. Etude particulière des principaux insectes ravageurs. Thèse. Mag. Dep. Forst. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. P 143
- ✓ **Bouchafra A., et Fraval A., 1991-**Présentation du chêne liège et de la subéraie. In Villement C. et Fraval A. : La faune du chêne liège. Actes Editions, Rabat, 26p.
- ✓ **Bouderoua K., 1995.** Caractéristique biochimique et aptitudes nutritionnelles des glands de chêne vert et de chêne liège en alimentation des poulets de chair ; Thèse de Magistère en science agronomie l'INA Alger. P 107.
- ✓ **Boudy P., 1950-** Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Tome II, Fascicule 1. Larose Ed. Paris. 525p.
- ✓ **Boudy P., 1952 –** Guide du forestier en Afrique du Nord. La Maison Rustique. Paris. 487p.
- ✓ **Bouhraoua R.T., 2003-** Situation sanitaire de quelques forêts de chêne liège de l'Ouest Algérien, Etude particulière des problèmes posés par insectes. Thèse. Doc. Etat. Dép. Forst. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 267p
- ✓ **Boudreau A., (1992).** Le blé Eléments fondamentaux et transformation ».Coordonnateurs. Ed .Les presses de l'Université Laval, Canada. 439p
- ✓ **Camusa., (1938):** Les chênes. Monographie du genre QuercusL.sous genre Cyclobalonopsis,sous genre en Quercus Euc.Ec. Sylv.6. Ed Le Chevalier
- ✓ **Cantat R et Piazzetta R., 2005 -** La levée de liège. Institut méditerranéen de liège.
- ✓ **Caritat A, et al., 2000-** Influence of weather on cork-ring width. Tree Physiol, 20. Pp: 893-900.
- ✓ **Cassan D, (2015),** Procédés de structuration des pâtes alimentaires et outils de contrôle de la qualité, INRA.
- ✓ **CFWT, 2015 :** Conservation des forêts de la Wilaya de Tiaret, service de gestion et service de protection. 4p
- ✓ **De Beaucorps ., 1956** Le sol ses caractères intrinsèques. Ann. Rec. Forest. Maroc.Tome. 4, Facicule2. pp 29-46.

## *Références bibliographiques*

---

- ✓ **Dehane B., 2006-** Incidence des facteurs écologiques sur les accroissements du liège de quelques subéraies Oranaises. Thèse. Mag. Dép. Forest. Fac. Sc. Univ. Tlemcen. 121 p.
- ✓ **Dehane B., 2012-** de l'état sanitaire des arbres du chêne liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies oranaises : M'Sila (W. Oran) et Zariéffet (W. Tlemcen). Thèse. Doct. Dép. Forest. Fac. Sc. Univ. Tlemcen. 363 p.
- ✓ **Dehane B., 2013-** La filière liège algérienne, entre passé et présent. Forêt méditerranéenne t. XXXIV, n° 2, juin 2013. Pp : 143152.
- ✓ **Dessain, G., 1992-** Histoire de l'utilisation du liège. In actes du colloque : Les subéraies méditerranéennes. Direction départementale d'Agriculture et de la forêt des Pyrénées orientales et l'association Vivexpo (France), pp. 1-21.
- ✓ **Duchateau, G., Florkin, M., 1959.** Sur la tréhalosémie des insectes et sa signification. Arch. Insect. Physiol. Biochem., 67:pp.306-314
- ✓ **El aantry tazi S., Abourouh M et Aafia., (2008):** Etat des connaissances scientifiques sur les subéraies : bilan et perspectives. Ann. Rech. For. Maroc. Tome spécial 39 : 9-18.
- ✓ **Elena, M., 2005 :** La economía del alcornoque y el corcho. In Curso Restauración de Alcornocales incendiados. Proyecto SUBERNOVA. ICMC. Unpublished. Mérida. Espagne
- ✓ **Foudihl M., 1990.** Contribution à l'étude de la valeur nutritionnelle du gland. Possibilité de son incorporation dans l'alimentation animale. Mémoire d'ingénieur agronome I.N.E.S de biologie Tizi- Ouzou. P 98.
- ✓ **FAO. 2013-** State of Mediterranean forests. Rome. Retrieved. From <http://www.fao.org/docrep/017/i3226e/i3226e.pdf>
- ✓ **FEILLET P., (1986).** L'industrie des pâtes alimentaires : Technologies de fabrication, Qualité des produits finis et des matières premières. Ind. Agric. Aliment. (103). 979-98 p.
- ✓ **FEILLET P., (2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. Ed .INRA. 57-281-303-308 p.
- ✓ **FOSA., 2007-** L'étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) Algérie, 60p.
- ✓ **Fradique M., Batista A. P., Nunes M. C., Gouveia L., Bandarra N. M., Raymundo A., (2010),** "Incorporation of *Chlorella vulgaris* and *Spirulina maxima*

## *Références bibliographiques*

---

- biomass in pasta products. Part 1: Preparation and evaluation." *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(10), 1656-1664.
- ✓ **Frochot H et Levy G., (1986)** – Facteurs du milieu et optimisation de la croissance Initiale en plantations de feuillus *Rev For. Fr.* XXXVIII- 3, 301-306
  - ✓ **Ghouil H et al.,2003**-Thermal optima of photosynthetic functions and thermostability of photochemistry in cork oak seedlings. *Tree Physiol.* 23, 1031-1039.
  - ✓ **Gil L et Varela M.C., 2008**- EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for cork oak (*Quercus suber*). Bioversty International, Rome, Italie. 6p
  - ✓ **Gordon F. (1997)**. Immobilization of enzymes and cells : some practical considerations. In : *Immobilization of enzymes and cells*, pp : 1-12. Totowa, New Jersey: Humana Press.
  - ✓ **Graille J. , Pina M. , Montet D., Ratomahenina R. , Minier C. , Galzv P., (1993)**, Etude organoleptique de pâtes alimentaires enrichies en levures-aliment à base d'huile de palme
  - ✓ **Hui, Y.H., 2008**. *Food Drying Science and Technology: Microbiology, Chemistry, Applications*. DEStech Publications, Inc
  - ✓ **Icard-verniere C., (1999)**. De la semoule de blé dur aux pâtes alimentaires fraîches: événements physiques et biochimiques. Montpellier: Université Montpellier II. 183p.
  - ✓ **Kellou, K., 2010**. Etude des mecanismes de tolerance salinite chez deux varietes de ble tendre (*TriticumaestivuL.*)soumises a un stress salin *STC* 23–30
  - ✓ **Kekor D., Kaukios B., 1985**. Acid hydrolysate of acorn polysacharid as substance of Canada utilis growth, *Biotechnology Letters*. Athens. Vol 9. Pp345-348.
  - ✓ **Kulp, K., 2000**. *Handbook of Cereal Science and Technology*, Second Edition, Revised and Expanded. CRC Press.
  - ✓ **Leraillez P, 1952**. *La conservation des fruits*. Ed. J. B. Baillere et fils Paris. 400p.
  - ✓ **Letreuch-Belarouci A., 2009**-Etude de la Typologie structurale des subéraies du Parc National de Tlemcen.
  - ✓ **Lozano M.E.,1997**: Análisis estratégico del sector del corcho andaluz. ISOCOR, Huelva.45 p.
  - ✓ **Maire R., 1926**- Note phytogéographiques de l'Algérie et de la Tunisie avec carte/Alger



## *Références bibliographiques*

---

- ✓ **Madaoui A., 2002**-Les incendies de forêt en Algérie. Historique, bilan et analyse. Forêt méditerranéenne. 23(1) :23-30.
- ✓ **Maire R., (1926)** – Note phytogéographique de l’Algérie et de la Tunisie avec une carte/ Alger.
- ✓ **Martinez Monteagudo A.,2009** :Gestion de los aprovechamientos Forestales.24p.
- ✓ **Merouani H., 1996**-contribution à l’étude de la régénération naturelle du chêne liège• (Quercus Suber L.) Maturité et germination des glands. Thèse Magi. Ecophysiol. Univ. Tizi-Ouzou.122p
- ✓ **Metro A.,(1958)**:Les forêts.Atlas du Maroc. Institut Scientifique Chérifien, Rabat, 157p
- ✓ **Missouni A et al., 2002**-Apport des systèmes d’informations géographiques dans la prévention et la lutte contre les incendies de forêts : Exemple de la forêt de Kounteidat, Algérie. Forêt méditerranéenne. 23(1) : 11-22.
- ✓ **Mohtadji, L. (1989)**. Les aliments. Ed Maloine, Paris. (2224018894). Retrieved from
- ✓ **Natividade V.J., 1956**- Subériculture. Ecole national des eaux et des forêts. Nancy. 281p.
- ✓ **Natural Cork Quality Council., 1999**: Industry Statistics. Natural Cork Quality Council, Sebastopol, CA, USA (online at <http://corkqc.com>).
- ✓ **Petitot M., 2009**. Pâtes alimentaires enrichies en légumineuse. Structuration des constituants au cours du procédé : impact sur la qualité culinaire et les propriétés nutritionnelles des pâtes. *Thèse de doctorat en sciences agronomiques de Montpellier*. 246p
- ✓ **Petitot, M., 2010**. Impact of Legume Flour Addition on Pasta Structure: Consequences on Its In Vitro Starch Digestibility. *Food Biophysics* 5, 284–299. <https://doi.org/10.1007/s11483-010-9170-3>
- ✓ **Piazzetta R., 2005**- La levée du liège, guide technique et de vulgarisation, institut méditerranéen du liège. 23p.
- ✓ **Porceddu E., (1995)**. Durum wheat quality in the Mediterranean countries. 11-30 p.
- ✓ **Quezel P et Santa S., 1962**- Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1, CNRS, Paris. 565p.
- ✓ **Renaudin ch.,1951**.la fabrication industrielle des pates alimentaires ,Ed DUNOD

## *Références bibliographiques*

---

- ✓ **Rezanejad, F., (2007).** The effect of air pollution on microsporogenesis, pollen development and soluble pollen proteins in *Spartium junceum* L. (Fabaceae). *Turk J Bot* 31: 183-191. S
- ✓ **Richard P., 1987-**Etude des facteurs de croissance du chêne liège dans le Var CEMAGREF. ENTTEF.72p
- ✓ **Sebei H et al., 2001-**Evolution de la biomasse arborée et arbustive dans une séquence de dégradation de la subéraie à cytise de Kroumétrie (Tunisie). *Ann For. Sci* 58, pp, 175-191.
- ✓ **Seigue A., 1987-**La forêt méditerranéenne française. Aménagement et protection contre les incendies. EDISUD, Aix en Provence, 159p
- ✓ **Sfahlan, Aj., Mahmoodzadeh, A., Hasanzadeh, A., Heidari, R., Jamei, R., 2009.** Antioxidants and antiradicals in almond hull and shell (*Amygdalus communis* L.) as a function of genotype. *Food Chem*, pp529-533.
- ✓ **Renaudin C., (1951).** La fabrication industrielle de pâtes alimentaires. 2<sup>ème</sup> édition, Ed. DUNOD. Paris. 406 p.
- ✓ **Trentesaux E., (1995).** Evaluation de la qualité du blé dur. *In : Di Fonzo N. ( ed.) , Kaan F. ( ed.) , Nachit M. ( ed.) . Durum wheat quality in the Mediterranean region. Options Méditerranéennes :Série A. Séminaires Méditerranéens. (22). 53- 59 p*
- ✓ **Veillon S., 1998 :** Guide technique de Suberculture dans les Pyrénées. Typologie de peuplement et étude préliminaire. FIF- ENGREF. Institut méditerranéen du liège. Compagnie Bas-Rhône. Languedoc ; 1998.
- ✓ **Yessad S.A., 2000-** Le chêne liège et le liège dans les pays de la méditerranée occidentales. Ed. ASBL. Forêt Louvain-la-Neuve : Wallonne. 190p.
- ✓ **YOUNSI S., 2006-**Diagnostic des essais de reboisement et de régénérations du chêneliège (*Quercus Suber* L.) dans la région de Jijel thèse Mgr-Ec
- ✓ **Zeraïa L., 1981-** Essais d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subéro-ligneuse dans les forêts de chêne liège de provenance cristalline (France méridionale) et Algérie. Thèse. Doct. Université Aix-Marseille. 367 p

# ***Annexes***

Annexes  
Matériels



a



b



c



d



e



f



g



h



i



j



k



L

## *Annexes*

---

a-étuve	f-balance analytique	k-four a moufle
b-agitateur	g-ph mètre	L-spectrophotomètre
c-soxhlet	h-fiole de jauge	
d-bain marie	i-dessiccateur	
e- pied a coulisse	j-creuset a calcination	

## Résumé

L'objectif de ce travail est de démontrer la faisabilité d'incorporer la pâte alimentaire Rechta par la farine de chêne liège et de déterminer le taux d'incorporation de cette pâte qui permet d'avoir une pâte de haute qualité.

La qualité de matières premières ; semoule et farine de chêne liège ; a été déterminée par des analyses physico-chimiques par la détermination de : teneur en eau, taux de cendres, dosage des protéines solubles, pH, dosage des lipides et dosage des sucres totaux et par caractérisation technologique de la pâte.

La qualité des produits finis a été étudiée par des analyses culinaires et par l'analyse sensorielle.

Les résultats d'analyses sensorielles montrent que les dégustateurs ont attribué des notes acceptables pour les pâtes enrichies avec un pourcentage moyen (30 %) de la farine de chêne liège sur leur préférence de la couleur et la saveur de la pâte.

Donc, nous pouvons conclure que la pâte enrichie par la farine de chêne liège est faisable d'un point de vue technologique et le meilleur taux d'incorporation de la farine de chêne liège se situe au voisinage de 30% selon le goût des consommateurs, cela permettra commercialiser cet aliment fonctionnel.

**Mots clés :** chêne liège, pâte alimentaire, incorporation.

## Summary

The objective of this work is to demonstrate the feasibility of incorporating the food paste Rechta by cork oak flour and to determine the rate of incorporation of this paste which allows to have a high quality paste.

The quality of raw materials; cork oak semolina and flour; was determined by physico-chemical analyzes by determining: water content, ash content, dosage of soluble proteins, pH, dosage of lipids and dosage of total sugars and by technological characterization of the dough.

The quality of the finished products was studied by culinary analyzes and by sensory analysis.

The results of sensory analyzes show that the tasters attributed acceptable marks to the pasta enriched with an average percentage (30%) of cork oak flour on their preference for the color and the flavor of the pasta.

So, we can conclude that the dough enriched with cork oak flour is feasible from a technological point of view and the best rate of incorporation of cork oak flour is around 30% according to consumer taste, this will make it possible to market this functional food.

**Keywords:** cork oak, pasta, incorporation

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى إثبات قابلية صناعة عجينة الرشته المكّملة بمسحوق البلوط الفليني و تحديد معدل الدمج لهذا المسحوق و الذي يسمح بالحصول على عجينة ذات نوعية جيدة.

حيث تمت دراسة نوعية المواد الأولية ; دقيقة مسحوق البلوط الفليني ; بواسطة تحليلات فيزيو- كيميائية عبر تحديد كل من الرطوبة التي تحتويها ، كمية رماد البلوط الفليني ، كمية البروتينات ، كمية الليبيدات الدهون، عن طريق التوصيف التكنولوجي للسميد . تمت دراسة جودة المنتجات النهائية من خلال التحليلات الكيميائية والتحليل الحسي.

كما تبين نتائج اختبار التذوق أن المتذوقين أعطوا علامات مقبولة للعجائن المكملة بنسبة 30 من مسحوق البلوط الفليني وفي الأخير نستنتج ان العجينة المكملة بمسحوق البلوط الفليني كمنتوج جديد قابل للإنتاج وان أفضل نسبة للدمج 30حسب نتائج اختبار التذوق

**الكلمات المفتاحية:** البلوط الفليني عجينة الرشته . الامتزاج